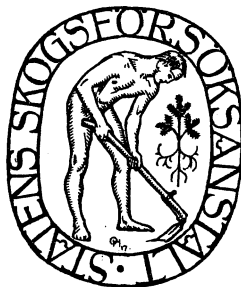


STUDIER ÖVER BARRSKOGENS HUMUSTÄCKE, DESS EGENSKAPER OCH BEROENDE AV SKOGSVÅRDEN

*STUDIEN ÜBER DIE HUMUSDECKE DES NADELWALDES, IHRE EIGENSCHAFTEN
UND DEREN ABHÄNGIGKEIT VOM WALDBAU*

AV

HENRIK HESSELMAN



MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
HÄFTE 22 · Nr 5

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 22. 1925

MITTEILUNGEN AUS DER
FORSTLICHEN VERSUCHS-
ANSTALT SCHWEDENS

22. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
FORESTRY

N:o 22

BULLETINS DE LA STATION DE RECHERCHES
DES FORÊTS DE LA SUÈDE

N:o 22



REDAKTÖR:
PROFESSOR HENRIK HESSELMAN.

INNEHÅLL:

	Sid.
TAMM, OLOF: Grundvattenrörelser och försumpningsprocesser be- lysta av grundvattnets syrehalt i nordsvenska moräner	I
Grundwasserbewegungen und Versumpfungsprozesse, durch Sauer- stoffanalysen des Grundwassers nordschwedischer Moränen erläutert	38
ROMELL, LARS-GUNNAR: Växttidsundersökningar å tall och gran ...	45
Recherches sur la marche de l'accroissement chez le pin et l'épi- céd durant la période végétation	117
ROMELL, LARS GUNNAR: Till kottklängningens teori och praxis	125
Zur Theorie und Praxis des Klengprozesses.....	138
PETRINI, SVEN: Tillväxtprocentens beräkning	145
The calculation of the increment percent by the compound interest method	165
HESSelman, HENRIK: Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården	169
Studien über die Humusdecke des Nadelwaldes, ihre Eigenschaften und deren Abhängigkeit vom Waldbau.....	508
PETRINI, SVEN: Om uppskattningen på försöksparkerna.....	553
Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1925. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Ver- suchsanstalt Schwedens im Jahre 1925; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry).	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN	574
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON	574
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-geological division) av HENRIK HESSELMAN	585
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forestentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH.....	586
IV. Avdelningen för förnygringsförsök i Norrland (Abtei- lung für die Verjüngungsversuche i Norrland; Division for afforestation problems in Norrland) av EDVARD WIBECK	588



STUDIER ÖVER BARRSKOGENS HUMUSTÄCKE, DESS EGENSKAPER OCH BEROENDE AV SKOGSVÅRDEN.

Företal.

När jag för åtskilliga år sedan började studera den svenska skogsmarken för att om möjligt vinna utgångspunkter för bedömandet av dess egenskaper och deras beroende av vår skogsvård, var det en företeelse, som kanske mer än något annat gav mig anledning att undersöka humustäcket och dess egenskaper. Det inflytande, som elden haft i våra norrländska skogars utveckling, är av påfallande betydelse för deras produktion. Ej nog med att skogseldar ofta, om än ej alltid, befordrat föryngringen, även de bestånd, som kommit till utveckling på den avbrända marken, förete ofta en förvånande växtkraft, så mycket märkligare, om man jämför dem med de svagt växtliga bestånd, som ofta finnas på sedan länge av elden orörd mark, till synes av samma geologiska och fysiska beskaffenhet som den avbrända marken. Delvis fingo dessa frågor sin lösning, då eldens roll för nitrifikationen i marken påvisades, men problemet var härmed endast ofullständigt behandlat. Även sedan nitrifikationen upphört, fortsätter beståndens gynnsamma tillväxt. Frågan om eldens roll för skogsmarken innefattar därför i sig problemet om olika, icke nitrificerande, sura humusformers egenskaper och deras betydelse för skogen. Vanligen ha dessa humusformer den fysikaliska beskaffenhet, som utmärker råhumustäcket. Undersökningarna fördes därför över på det gebit, som kanske är det viktigaste för den nordiska skogsmarksforskningen, nämligen frågan om de olika råhumusformer, som finnas i våra barrskogar, deras egenskaper och dessas beroende av skogsvården. Det kan ej nekas till att arbetet härmed kom in på ett område av betydligt mera komplicerad natur än när det gällde att studera villkoren för barrskogens föryngring, varmed jag dock ej vill ha sagt att också ej här skulle återstå många frågor att lösa.

Undersökningarna ha krävt lång tid och ett omfattande observationsmaterial för att leda till ett något så när klart resultat. De började redan sommaren 1918; sedan dess har en ganska väsentlig del av min tid

ägnats åt dessa frågor. Det ligger i sakens natur, att man ej i första taget kan komma till en slutgiltig lösning av hithörande spørsmål. De äro i så hög grad förknippade med problem av kemisk, fysiologisk, mikrobiologisk och rent skoglig natur, att det fordras mångåriga forskning för att klarlägga hithörande frågor. Jag hyser dock den förhoppningen, att de studier, som offentliggöras i föreliggande avhandling, skola visa sig ha fört frågan framåt i flera, ej oväsentliga avseenden, liksom de ock ge anledning till uppställande av nya problem och påbörjande av nya undersökningar.

Under undersökningarnas gång visade det sig snart, att det skulle vara av betydelse att kunna anknyta de hos oss vunna resultaten till melaneuropeiska erfarenheter, framförallt från sådana områden, som varit föremål för en mera målmedveten markvård, såsom vissa württembergiska revir, godset Bärenthoren i Anhalt m. fl. ställen. Genom ett anslag av 1,500 kr. från Fonden för skogsvetenskaplig forskning sattes jag i stånd att under juni månad 1921 företa en studie- och undersökningsresa till södra och mellersta Tyskland samt Tjeckoslovakien. För detta anslag anhåller jag att även här få framföra min varmaste tacksamhet. Under denna resa besöktes reviren Calmbach och Langenbrand i Schwarzwald, de furst Schwarzenbergiska skogarna i närheten av Winterberg (Vimperk) i Böhmerwald, godset Bärenthoren i Anhalt samt Eberswalde norr om Berlin. Det är mig ett nöje att omtala den stora vänlighet och det utmärkta tillmötesgående, som jag överallt rönt, och särskilt vill jag rikta mitt tack till dr RAMM (Calmbach), dr EBERHARD (Langenbrand), professor KAREL DOMIN (Prag), dr BUDINSKY (Winterberg), forstdirektör WENHARD (Winterberg), kammarherre VON KALITSCH (Bärenthoren). En av dem, som befordrade min resa och med vilken jag diskuterade hithörande spørsmål, kan mitt tack ej nå, nämligen professorn dr ALBERT MÖLLER i Eberswalde. En vacker sommarsöndag besökte jag honom i hans hem i Eberswalde, diskuterade med honom i hans försöksträdgård »die Humusfrage» och »den Dauerwald». Senhösten 1922 rycktes han plötsligt bort från en ivrig forskareverksamhet genom följderna av en i regel ofarlig operation. För mitt minne står han som en av de främsta forskarna på det skogsbiologiska området i Tyskland.

Hösten 1924 satte sig professor WIEDEMANN i Tharandt i förbindelse med mig med anledning av mitt besök i Bärenthoren. Han var då samsatt med undersökningar angående »Dauerwälder». Genom humusprov, som han insamlade och insände till anstalten och som där undersöktes, kompletterades mina undersökningar från sommaren 1921. En berättelse över dessa undersökningar har av mig publicerats i WIEDEMANN's under sommarens lopp utkomna bok »Die praktischen Erfolge des Kie-

ferndauerwaldes» (se litteraturförteckningen), resultaten komma dock att behandlas även i föreliggande avhandling.

Liksom vid mina förut publicerade markundersökningar ha de kemiska och fysikaliska analyserna av jordproven utförts av skogsförsöksanstaltens kemistbiträden, fil. kand. GURLI LAURENTZ, fil. kand. KARIN KNUTSON f. BUSCH och fru KERSTIN VON FRIEDRICHS f. BRANDTING, till vilka samtliga jag här vill framföra ett hjärtligt tack för ett oförtrutet och samvetsgrant arbete.

Vid undersökningarna i fältet har jag haft en mycket värdefull hjälp av naturvetenskapliga avdelningens assistenter, docenterna O. TAMM, LARS-GUNNAR ROMELL, CARL MALMSTRÖM och civilingenjör K. LUNDBLAD. Ett mycket stort antal svenska skogsmän i allmän eller enskild tjänst ha genom upplysningar, råd och god praktisk hjälp understött mig under mina resor i landets olika delar. Bestämningar av mossor ha välvilligt utförts av lektorena H. W. ARNELL och HJ. MÖLLER, av lavar av lektorn G. O. MALME. Till alla dessa mina vänner ber jag att här få framföra ett varmt och hjärtligt tack.

Under cirka fjorton dagars vistelse hösten 1918 på Carlsbergs laboratoriet i Köpenhamn hade jag tillfälle att under professor S. P. L. SÖRENSEN studera dennes metoder för bestämning av väteionkoncentrationen. För allt vänligt tillmötesgående under detta studiebesök vill jag här framföra ett hjärtligt tack.

Vid den besvärliga korrekturläsningen har docenten MALMSTRÖM lämnat mig en mycket uppskattad hjälp, liksom docenten ROMELL vid sammanfattandet av den på tyska språket avfattade resuméen.

Med min nyligen avlidne kollega, professor GUNNAR SCHOTTE, diskuterade jag ofta frågan om de starka gallringarnas inverkan på humustäcket, ett spörsmål av största betydelse i praktiskt och teoretiskt hänseende. Bland skogsavdelningens många gallringsytor föreslog han till undersökning flera, som för ändamålet voro särskilt lämpliga, och i fältet diskuterade vi de förändringar, som kunde iakttagas. Det känns vemodigt att ej ha hunnit avsluta föreliggande arbete, medan min vän och kollega ännu var i livet. Mitt tack kan nu ej nå honom, men alltid skall jag minnas hans varma intresse för allt, som rörde skogens växt och vård, och hans redobogenhet till gott och kamratligt samarbete i skogssakens tjänst.

Experimentalfältet, mars 1926.

HENRIK HESSELMAN.

Den i detta arbete använda växt-nomenklaturen överensstämmer beträffande fanerogamer (utom gymnospermer) med den av C. A. M. LINDMAN i »Svensk fanerogamflora» (Stockholm 1918) brukade; gymnospermer och kärlkryptogamer med »HARTMANS handbok i Skandinaviens flora», redigerad av O. R. HOLMBERG (Stockholm 1922); mossor huvudsakligen enligt C. JENSEN »Danmarks Mosser I & II» (København 1915 & 1923).

Avvikelser: *Ctenium crista castrensis* benämnes *Hypnum crista castrensis*.
Dicranum rugosum » *Dicranum undulatum*.
Gymnocybe palustris » *Sphærocephalus palustris*.
Rhodobryum roseum » *Bryum roseum*.

Die in vorliegender Abhandlung betreffend die lateinischen Pflanzennamen verwandte Nomenklatur stimmt mit einigen Ausnahmen mit der in den oben zitierten Werken von LINDMAN (Phanerogamen, ausser Gymnospermen), HARTMAN-HOLMBERG (Gymnospermen und Gefässkryptogamen) und JENSEN (Moose) überein. Für einige Moose wurden jedoch die gebräuchlicheren alten Namen beibehalten, siehe die obige Liste.

INNEHÅLL.

	Sid
KAP. I. Den mellaneuropeiska skogsmarksforskningens ställning till våra skogsmarksproblem.....	176
KAP. II. Marktillståndet i den mellaneuropeiska och den nordiska urskogen	177
KAP. III. Skogsbrukssättets inverkan på markbildningen enligt mellaneuropeisk uppfattning.....	181
KAP. IV. Undersökningsmetoder	187
1. Lokalbeskrivning	187
2. Jordprovns insamling och förvaring	190
3. Undersökning av humustäckets sura och basiska egenskaper	191
4. Fuktighetsbestämning	198
5. Humusbestämning	198
6. Kalkbestämning	199
7. Kvävebestämning.....	200
8. Ammoniakbestämning	200
9. Salpeterbestämning	203
10. Analysresultatens angivande	204
KAP. V. Nomenklatur	204
KAP. VI. Översikt av de platser, som varit föremål för undersökning	208
KAP. VII. Humustäckets reaktionstal (p_H) i olika skogstyper samt dess beroende av beståndssammansättning	211
1 Reaktionstalets växling med hänsyn till markskiktet	211
2. Humustäckets reaktionstal i olika skogstyper	214
3. Översikt över egna och andra forskares undersökningar angående skogsmarkens reaktionstal	228
KAP. VIII. Reaktionstalets beroende av humus- och kalkhalt ...	233
KAP. IX. Undersökningar över förnornas egenskaper.....	246
1. Förnornas reaktionstal och kalkhalt	248
2. » halt av sura och basiska buffertämnen.....	251
3. Beskaffenheten av förnornas sura och basiska buffertämnen	258

KAP. X. Humustäckets halt av sura och basiska buffertämnen och dess beroende av förnans beskaffenhet, humusens multningsgrad och andra faktorer	267
KAP. XI. Kvävehalt och kvävemobilisering i den friska förnan	295
1. Förnans kvävehalt	295
2. Kvävets mobilisering i den friska förnan	297
KAP. XII. Humustäckets kvävehalt	301
KAP. XIII. Kvävets mobilisering (ammoniak- och salpeterbildningen) i humustäcket och därpå inverkan på faktorer	306
1. Kvävets mobilisering i humustäcket och reaktionstalet (p_H)	307
2. Kvävets mobilisering i humustäcket och dess halt av assimilerbar kalk	316
3. Jämförande undersökning över kvävets mobilisering i förmultnings- och humusämneskikten	317
4. Kvävemobiliseringen i olika skogstyper	324
5. Gallringars inflytande på kvävemobiliseringen i humustäcket	344
6. Kvävets mobiliseringsmöjligheter i olika råhumustäcken	347
KAP. XIV. Översikt av undersökningarnas resultat	357
1. Förnamaterialets, klimatets och det geologiska underlagets inverkan på humusbildningen i barrskogen	357
2. Beståndssammansättningens inverkan på humustäcket	363
3. Skogstypernas skogliga betydelse	365
4. Den rationella beståndsvårdens möjligheter att höja markens produktionsförmåga	370
KAP. XV. Specialundersökningar. Ståndorts- och humusanalyser	379
Württemberg. Schwarzwald	381
Tjeckoslovakien. Böhmerwald	386
Anhalt. Bärenthoren	388
Skåne. Dalby kronopark	392
Södermanland. Björkviks sn.	396
Uppland. Djursholm	406
» Fiby urskog	406
Värmland. Karlskoga bergslag. Alkvettern	407
Hälsingland. Voxna	408
Gästrikland. Ockelbo	411
Dalarna. Siljansfors försökspark	411
» Hamra nationalpark	438
Medelpad. Haverö sn.	438
» Ånge	441

	Sid.
Jämtland. Bodsjö sn.....	442
» Bräcke	446
» Stavre	447
» Bispgården	448
» Frostviken, Gäddede	453
» » och Hotagens snr, Sjulsåsen—Dunnervattnet...	453
Ångermanland. Hemsön	454
» Anundsjö, Skalmsjö	455
» Björna	459
Västerbotten. Degerfors sn., Vindeln.....	460
» » Kulbäckslidens försökspark m. fl.	463
» Jörn sn., Västra Jörnsmarkens kronopark.....	478
Norrbotten. Piteå sn., Rokliden	478
Norrbotten. Piteå sn., Fagerheden	485
Lappland. Stensele sn.	488
» Arvidsjaur's sn.	493
» Arjeplogs sn.....	495
Anförd litteratur	501
Resümee	508

KAP. I. Den mellaneuropeiska skogsmarksforskningens ställning till våra skogsmarksproblem.

Det torde väl knappast ligga någon överdrift i det påståendet, att den uppfattning, som för närvarande är rådande bland Europas skogsmän angående de egenskaper, som en god skogsmark bör äga, i mycket äro grundade på P. E. MÜLLERS klassiska och i sin art hittills ouppnådda undersökningar angående mull- och »mor»-bildningen i Danmarks ek- och bokskogar eller på dess ljunghedar. Hela skogsmarksforskningen ställdes genom dessa undersökningar på ett annat plan än förut; den noggranna och intima naturiakttagelsen fick en dominerande plats i hela undersökningstekniken, till iakttagelserna i naturen slöto sig på ett naturligt sätt arbetena på laboratoriet. Genom P. E. MÜLLERS forskningar klargjordes de väsentligaste dragen i mull- och råhumusbildningen, men hur förträffliga dessa undersökningar än äro, lämna de dock en ganska ofullständig bild av det problem, som behandlar humusbildningen och humustäcket i barrskogen. Orsaken härtill ligger förnämligast i undersökningslandets, i Danmarks egen natur. Danmark har visserligen ett träd klimat, är av naturen ett skogsland, men mången svensk, som vant sig vid våra barrskogar, torde, om han lärt något känna Danmarks kulturskogar av tall och gran, vara benägen att instämma med den gamle HAUCH, när han säger att »Danmark är intet Naaletræland, og det havde maaske staaet bedre til med mange av vore Skove, hvis man stundom havde været noget mindre haardhændet med at borthugge Løvetræskoven for at erstatte den med Naaletræ» (HAUCH, 1919, sid. 92). MÜLLER kunde ej inom sitt eget land studera en fullt spontan barrskog och undersöka dess förhållande till marken och ej heller barrskogens inflytande på markbildningen. Detta gör att så värdefulla MÜLLERS undersökningar än äro — de bilda epok i skogsmarksforskningens historia — kunna de endast i inskränkt grad belysa de problem, som den nordiska barrskogsmarken erbjuder. Detta sammanhänger också därmed, att Danmarks klimat med hänsyn till sitt inflytande på marken måste anses vara väsentligt skilt från Sveriges och särskilt från Nordsveriges. Den klimatiskt betingade marktypen i Danmark med undantag av Västjylland är brunjorden. Detsamma gäller även stora delar av Tyskland. I huvuddelen av Sverige råder podsoljorden. Till den förra sluter sig naturligt den humusform, som benämnes mull, till den senare lika naturligt råhumustypen. Skogsvården i Sverige

arbetar därför under andra, av naturen givna markbetingelser än i Tyskland eller i Danmark, skogsmarksforskningens hemland. Den mark- och humustyp, som är den normala i våra barrskogar, betraktas nämligen av de danska och mellaneuropeiska skogsmännen såsom en abnorm företeelse, ett tecken till sjukligt tillstånd i marken och till nedsatt produktionsförmåga.

För att bättre förstå denna uppfattning kan det vara av betydelse att närmare diskutera marktillståndet i den mellaneuropeiska urskogen i jämförelse med den skandinaviska naturbarrskogens marktyp. I urskogen böra de naturliga markbildande faktorerna — klimat, vegetation och geologiskt underlag — bäst göra sig gällande. Skogsvården har ej här mer eller mindre störande gripit in i utvecklingen. Skogsmannen har därför ofta varit benägen att betrakta marktillståndet i urskogen såsom det ideala, det eftersträfvansvärda, och de svårigheter av ett eller annat slag, som han möter i kulturskogen, vill han gärna skriva på en missriktad skogsskötsels konto. En sådan uppfattning kan ha sitt berättigande när det gäller den mellaneuropeiska skogen. I vårt land ställer sig saken annorlunda, framförallt i dess nordliga delar. Detta torde till fullo framgå av det följande.

KAP. II. Marktillståndet i den mellaneuropeiska och den nordiska urskogen.

Av urskogar finns ej mycket kvar i Mellaneuropa, väl egentligen endast i dess östra delar, såsom i Karpaterna, Litauen och nordvästra Ryssland, men dessa trakter äro, åtminstone för närvarande, mera svårtillgängliga. Den mest bekanta och på samma gång mest lättillgängliga urskogen är den av furst ADOLF VON SCHWARZENBERG avsatta reservationen på berget Kubani i Böhmerwald, ej långt från den bajerska gränsen. Denna urskog, som för närvarande omfattar en areal av något mera än 46 har, har flera gånger blivit beskriven, första gången och mest fullständigt av GÖPPERT (1868), men då jag själv haft tillfälle att studera den några dagar i juni månad 1921 torde det vara lämpligt att här framhålla några väsentliga drag hos densamma, framförallt med hänsyn till markbildningen.

Urskogen ligger på nordostsluttningen av berget Kubani och på en höjd av cirka 1,000 m ö. h. Marken sluttar starkt mot en liten bäck, Kapellenbach, som på en höjd av 860 m ö. h. skiljer Kubani från berget Bassum. Beståndets längdutsträckning är c:a 1,350 m, dess bredd 300 à 400 m. Granen är det förhärskande trädet, men silvergran och bok spela en stor roll. En mera underordnad plats intages av sykomorlön

(*Acer pseudoplatanus*), rönn (*Sorbus aucuparia*) samt enligt uppgift av ENGLER (1904, sid. 174) även av bergalm (*Ulmus scabra*); den senare arten iaktogs dock ej av mig. Urskogen imponerar först och främst genom sina mäktiga trädformer. Trädjättar om 50—55 meters höjd och en brösthöjdsdiameter av omkring 1,5 m äro ingalunda ovanliga, silvergranen tycks i avseende på storlek kunna överträffa den vanliga granen. De äldsta granarna uppskattas till en ålder av 250 à 300 år, de äldsta silvergranarna till 400 à 500 år. Boken når ej samma höjd och storlek som barrträden, den hör till de behärskade eller undertryckta träden. På något avstånd betraktad har urskogen sin säregna och karakteristiska silhuett, som starkt skiljer sig från kulturskogens. De gamla träden bilda ett glest och ojämnt högsta skikt; en del kronor äro ännu friska och gröna, andra torkande med ett fåtal levande grenar, några träd äro högt upp avbrutna och stympade, andra utgöras av ett skelett av torra grenar. Silhuetten mot himmelen är orolig, nyckfull, trasig och påminner starkt om de bilder, man ser från tropiska urskogar. För en nordbo, som är van vid våra gamla lavbehängda barrskogar, är det påfallande, vilken relativt liten roll lavarna på träden spela. Hos oss är den gamla granen tätt inhöljd i en slöja av svarta och gråa lavar; i urskogen på Kubani spela sådana en underordnad roll. Grenarna dö och avkasta barken utan någon mer påfallande lavbetäckning, de barklösa grenarna lysa som vita armar mot himmelen. Klimatet synes på något sätt ej passa för lavarna, men vilken faktor, som härvidlag kan vara den avgörande, är ej lätt att säga.

Mellan de gamla urskogsjättarna har man gruppvis ett slutet bestånd av medelålders och yngre gran, silvergran, bok och enstaka andra lövträd. Det härskar en stark kamp om ljus och utrymme. Såväl granen som silvergranen och väl även boken börja i regel sitt liv som marträd med ytterligt långsam höjdtillväxt och årsringar, så tunna som papper. Men detta hindrar ej att träden, när ljustillträdet genom grannarnas omkullstörtande blir rikligare, hastigt skjuta upp till verkliga jätteträd. Marbuskstadiet utgör härför intet hinder, det torde tvärtom höra till det normala för urskogsträden. Skogen är starkt olikåldrig, de olika trädarterna förekomma blandade med varandra i smärre grupper eller stamvis. Granen, som är den mest ljusälskande, träffas ofta på stubbar och multnande stammar i luckorna (se fig. 49, sid. 386). En av orsakerna härtill torde vara att dess av vinden transporterade frön lätt fastna på dylika platser. Mera sällan ser man silvergranen föryngra¹ sig på detta sätt, och hos boken tycks det ej alls förekomma. Urskogen är genom blandningen av olika trädslag och olika åldersklasser en slags blädningsskog. För att ytterligare

¹ Silvergranens föryngring är starkt tillbakasatt genom ett rikt viltbestånd i urskogsreservationen.

karaktisera densamma kan nämnas, att virkeskapitalet uppskattas till c:a 700 kbm stamved per hektar, huvudmassan härav utgöres av gran (se även sid. 386).

Med urskogen, där man ej tager bort något, utan allt vad som alstras åter överlämnas till marken att förstöras och förmultna, förbinder man gärna tanken på djupa, mäktiga mullager, bildade under århundradens eller årtusendens lopp och alltjämt vidmakthållna av en frodig vegetation. Urskogen på Kubani visar emellertid något helt annat. Där beståndet är blandat med bok, täckes marken av ett tunt lager torra, bruna boklöv, blandade med avfall från barrträden. I juni månad 1921 utgjordes bladtäcket endast av två årgångar boklöv. Bladen närmast marken voro nästan fullständigt förmultnade, endast ett torrt skelett av nerver återstod, däröver lågo fjolårsbladen tätt men löst lagrade på varandra. Det tunna, endast några cm mäktiga lövtäcket låg helt löst på marken, svamphyfer eller växtrötter vävde ej ihop detsamma till en tät matta eller fasthöllo det vid mineraljorden. Under lövlagret fanns ett mullskikt av 5—6 cm:s mäktighet, som övergick i ett svagt mullblandat brunjordsskikt. Av blekjord fanns ej några synliga spår, liksom ej heller några mäktiga humusmassor. Såväl det snart sönderdelade lövlagret som det relativt tunna mullagret visa att det i urskogen härskar en mycket god balans mellan de krafter, som alstra växtavfallet på marken, och de processer, som omföra detta i en för vegetationen tillgänglig näringsform: kolsyra, vatten, salter. Till omvandlingsprodukterna hörde även nitrater. Den ganska rika ört- och gräsfloran visade i regel stor halt av salpeter i sina vävnader (se vidare sid. 387). Endast där trädstammar i bråtar voro hopade på marken, funnos några större massor multnande organiska rester. Det årliga blad- och barravfallet omsattes däremot snabbt. I denna företeelse, men ej i förekomsten av några djupa och mäktiga mullager har man att söka orsaken till det goda marktillståndet i urskogen.

Emellertid finnes i urskogen på Kubani ett mindre område av en annan natur. På en yta mindre än en hektar saknas bok i beståndet; mullagret är här ersatt av en typisk råhumus. Markbetäckningen utgöres av *Hylocomium proliferum* och *Polytrichum commune*, tuvor av *Sphagnum* samt blåbärsris. Under den levande markbetäckningen träffas ett ganska mäktigt, torvartat förmultningsskikt (se sid. 207) och under detta ett mera förmultnat humusämneskikt (se sid. 207). Det hela liknade mycket det råhumustäcke, som vi pläga finna i våra gamla norrländska granskogar. I urskogen på Kubani är mullbildningen knuten till bokens förekomst; där denna saknas finnes ett råhumustäcke av nordisk typ.

Bokens roll för en gynnsam mullbildning har noga beaktats av skogsvården på furst Schwarzenbergs domäner. I barrskogsbestånden införes vid deras grundläggning bok. Tio procent av stamantalet i en medelålders skog anses vara nog för att skapa ett gott mulltillstånd. Där i kulturskogen bok av någon anledning saknas, så att beståndet utgöres av enbart gran eller silvergran, finnas vanligen rätt utpräglade råhumusskikt. Liknande verkan som bok visar sig lärken ha i denna del av Böhmerwald; i rena eller blandade lärkbestånd var marktillståndet utmärkt även utan lövträdsinblandning. Lärken framkallade en typisk mull.

Över huvud taget torde den mellaneuropeiske skogsmannen ha den uppfattningen, att urskogen utmärker sig för ett gott marktillstånd och att den i följd härav är en lättföryngrad skogsform. LEO CERMAK (1910, sid. 368), som studerat de gamla urskogarna i Bosnien och Herze-govina, framhåller såsom det karakteristiska för urskogen, att denna äger en rent av oöverträffad fullkomlighet med hänsyn till mark och bestånd samt att urskogsmarken tack vare sin rikedom på mild humus har en för träden särdeles gynnsam beskaffenhet, av stor betydelse för föryngringen. Av samma eller liknande uppfattning äro ENGLER (1904), som besökt urskogen vid Kubani, och CHRIST (1902), vilken beskrivit några rester av urskog i Schweiz. SCHOTTLER (1919, sid. 335), som under den tyska ockupationen av Polen studerade marken i de urskogsliknande bestånden i den gamla ryska kejserliga jaktparken Bialowics, bekant för sina bison-oxar, nämner att råhumusbildningar äro sällsynta i urskogen, tack vare den livliga omsättningen i marken, men att sådana uppstå på platser, där ett utglesnande av beståndet påverkat markbetäckningen i ogynnsam riktning. Av CAJANDER's (1903, 1904) skildringar av vegetationen i urskogarna kring Lena i Sibirien tyckes framgå, att därstädes vanligen förekommer mull; karaktärsväxter äro nämligen i första hand mer eller mindre utpräglade mullväxter. Detta gäller åtminstone skogarna kring övre Lena, söder om Jakutsk. Längre norrut blir vegetationen av en annan karaktär, risen bli ofta dominerande, och man kan förmoda, att humustäcket får råhumuskaraktär. Till det goda marktillståndet bidrar nog att berggrunden kring övre Lena utgöres av en kalkhaltig sandsten (CAJANDER 1904, sid. 1).

I stark motsats till dessa urskogar i mellersta Europa eller östra Sibirien med gott marktillstånd stå våra egna urskogar av tall och gran. Den dominerande vegetationen utgöres av mossor och bärris, som i synnerhet i landets klimatiskt mera karga delar kunna ge upphov till märkliga råhumusbäddar, nedsättande skogens tillväxt och försvårande dess föryngring. Klimat och vegetation i förening äro så att säga inriktade

på alstrande av råhumus. I urskogsreservatet i Hamra kronopark (Hamra nationalpark), där beståndet aldrig rörts av yxan och där elden sedan långliga tider ej gripit in i utvecklingen, är råhumustäckets decimeter-tjockt, segt och fast som i mången genomblådd norrländsk granskog. Kring nedre delen av Stor-Uman, där granskogen ännu mångenstädes har urskogskaraktär, når råhumustäckets ofta en mäktighet av ända till 30 cm, i hög grad försvårande skogens föryngring (se vidare sid. 488 och fig. 74).

Medan ett råhumustäcke med underliggande blek- och rostjord i mellersta Europa ofta betraktas som ett tecken till markens börjande urartning och försämring (man talar ofta om »der kranke Boden» i motsats till »der gesunde Boden» med dess mull och avsaknad av blekjord) hör en sådan marktyp till det normala i våra barrskogar. Endast där marken är särskilt rik på lättillgänglig kalk blir marktypen en annan. Markproblemet får därför hos oss en annan karaktär än i Danmark och Mellaneuropa. Vi måste mer eller mindre nödtvunget arbeta med ett råhumustäcke i våra barrskogar och den i samband därmed stående podsolprofilen. Men råhumustäckets kan vara av varierande natur, ej blott på grund av mineraljordens växlande beskaffenhet, utan också i anslutning till det allmänna och lokala klimatets karaktär, faktorer, som växla starkt inom vårt stora och långsträckta land. Därtill kommer den inverkan, som utövas av skogsbeståndets sammansättning, ålder och behandling. Studiet av de olika råhumusformerna och deras egenskaper blir därför en uppgift av största vikt för kännedom om våra skogars naturhistoria. Emellertid är man mångenstädes i Mellaneuropa, framförallt i Tyskland, varifrån många skogliga åsikter fått sin särprägel, av den uppfattningen att råhumusbildningen är en följd av en med hänsyn till markens produktionskrafter missriktad skogsskötsel. Denna åsikt kan ju synas förklarlig i betraktande av det goda marktillstånd, som anses utmärka den mellan-europeiska urskogen. Innan vi gå in på vårt egentliga problem, torde det därför vara skäl att referera de åsikter, som framkommit i denna fråga.

KAP. III. Skogsbrukssättets inverkan på markbildningen enligt mellan-europeisk uppfattning.

Med utgångspunkt från det goda marktillstånd, som man ansett sig kunna konstatera i urskogen, ha framför allt tyska skogsmän velat uppföra på den moderna skogsskötselns skuldregister det förhållandet, att kulturskogen ofta är besvärad av råhumusbildningar, att marktillståndet ej sällan är mindre gott och att föryngringen stöter på svårigheter. I regel söker man orsaken till kulturskogens underlägsenhet gent emot

natur- eller urskogen i kalhyggesbruket och i dess verkliga eller förmenta ogynnsamma inverkan på marken. En livlig strid har länge pågått mellan skogsmän av olika uppfattning och för närvarande synes striden vara livligare och kanske stundom bittrare än någonsin. För en riktig uppskattning av de slutsatser, som kunna dragas av urskogarnas marktillstånd, måste man emellertid litet närmare diskutera de karaktärsdrag hos dessa, som kunna anses påverka markbildningen.

Den mellaneuropeiska urskogen är ofta en blandskog av olika trädarter, bland vilka lövträden spela en mycket viktig roll. I urskogen på Kubani är boken ett viktigt element. I de små urskogsrester mellan Hasli-dalen och Obwalden, som CHRIST (1902) beskrivit, finnes en hel mängd olika trädarter, såsom gran, silvergran, tall, bok, ask, ek, små- och storbladig lind, vanlig lönn, sykomorlönn, alm, norsk oxel (*Sorbus aria*) och rönn (*Sorbus aucuparia*). Urskogarna i Bialowics bestå av en blandning av olika lövträd såsom ek, ask, alm, lind, lönn, björk, asp och al och insprängd i denna lövskog gran. Blott på särdeles torra platser finner man rena tallbestånd. För närvarande befinna sig barrträden, tall och gran, i framryckning, men detta är enligt LAUTENSCHLÄGER (1917, sid. 88—89) huvudsakligen en följd av att den alltför stora viltstammen av rådjur, kron- och dovhjort samt vildsvin avbetar lövträdsplantorna. I de bosniska urskogarna, som studerats av CERMAK (1910), spelar boken en stor roll, men av hans skildringar framgår ej klart, om där finnas rena barrskogar av gran och silvergran. Enligt BECK VON MANNAGETTA (1901, sid. 346) synas dock på högre höjder finnas rena granskogar med mycket högt blåbärsris.

De urskogar, från vilka man hämtat sin erfarenhet angående markbesskaffenheten, ha sålunda i huvudsak varit blandskogar, där lövträden, framförallt boken, spelat en viktig roll. Att råhumusbildningar även i mellersta Europa ingalunda äro uteslutna från urskogen visa förhållandena på Kubani, där den rena granskogen är besvärad av råhumus av i huvudsak liknande natur som i Norrlands gamla granskogar. I de rena tallskogarna i Bialowics äro mark- och klimatförhållandena mycket olika våra. I dessa tallskogar förhärskar nämligen en vegetation av mera xerofila gräs och örter, såsom för att endast nämna några arter *Astragalus arenarius*, *Dianthus arenarius*, *Prunella grandiflora*, *Lychnis viscaria*, *Dracocephalum ruyschiana* samt orkidéer som *Gymnadenia cucullata* och *Epipactis rubiginosa* (se GRAEBNER 1918, sid. 233). När en dylik vegetation av värme- och kalkälskande växter kunna finna sin trevnad, hindra såväl marken som klimatet uppkomsten av råhumus och man saknar anledning att i någon särskild egenskap hos urskogen söka orsaken till att råhumus ej uppkommer.

Av allt att döma sammanhänger sålunda det goda marktillståndet i urskogen därmed, att den innehåller ett flertal trädarter och att lövträd ingå som ett naturligt och konstant element. Där lövträd saknas, bildas råhumus, såvida klimatet är av en sådan beskaffenhet, att råhumus kan uppstå (Kubani). På kalkhaltig mark eller under ett mera kontinentalt klimat (Bialowics) är även den rena barrskogen fri från råhumus.

Av mera omtvistlig betydelse för marken äro några andra egenskaper hos urskogen. Den jämnställes av många författare med blädningsskogen, där trädindivid av olika ålder och storlek växa blandade med varandra och där marken ständigt är mer eller mindre beskuggad. Detta skiljer den från trakthyggeskogen, där marken periodvis blir utsatt för starka förändringar i avseende på belysning, nederbörd, avdunstning och uttorkning. Många tyska författare på det skogliga området se i blädningsskogen ett skydd för ett gott marktillstånd, medan de betrakta kalhyggesbruket som markförstörande. Åtskilliga skogsmän ha yttrat sig i frågan, men de ha i regel ej stött sig på några mer ingående eller målmedvetet utförda undersökningar, utan endast på mera tillfälliga observationer. Mången gång bestå deras skrifter endast i allmänna, ej närmare bestyrkta uttalanden. Endast ett fåtal författare ha utfört några mer genomtänkta undersökningar eller uppställt några konsekvent genomförda hypoteser. Några av dem refereras i det följande.

EHRENBERG, en bekant tysk åkerbrukskemist, har för några år sedan i ett föredrag (1922, sid. 74—92) behandlat frågan från kolloidkemisk synpunkt. Hans resonemang är i korta drag följande. Genom upptagande av ett kalhygge, blir marken direkt bestrålad av solen. I följd härav höjes markens temperatur, de processer, som överföra humus i kolsyra, vatten etc. påskyndas. Den milda, för markens kemiska och fysikaliska tillstånd gynnsamma humusen förstöres, vilket betyder en nedsättning i markens förmåga att upptaga och kvarhålla vatten. Kalken, som likaledes spelar en stor roll för markens struktur, uttvättas. Regndropparna, som på kalhygget direkt träffa marken, sönderslå mullklumparna, och då samtidigt kalkhalten minskas, förlorar marken sin för skogsträden gynnsamma, porösa och luckra gryn- eller klumpstruktur och övergår till en mera tät enkelkornstruktur. Marken genomgår på detta sätt såväl i kemiskt som i fysikaliskt hänseende en avsevärd försämring, som blir svår att reparera. Detta resonemang gäller närmast mulljorden. Är marken återigen täckt av ett råhumustäcke, blir detta, enligt EHRENBERGS uppfattning, av vind och sol så starkt uttorkat, att det endast med svårighet åter kan fuktas, emedan det starkt adsorberat luft. Den av regnet direkt träffade marken blir även utsatt för en starkare borttransport av de finare be-

ståndsdelarna, som samlas i lägre belägna partier. Även denna process försämrar marken i fysikaliskt hänseende, vare sig denna har ett mull- eller råhumustäcke. EHRENBERG ser sålunda det skadliga inflytande, som kalhygget anses utöva, huvudsakligen i de förändringar, marken i fysikaliskt hänseende undergår, ehuru även den minskade halten av mild, god humus måste utgöra en förlust ur kemisk synpunkt.

BURGER (1922, sid. 71—218) har nyligen utfört en ganska omfattande undersökning över olikheterna i fysikaliskt hänseende mellan skogbevuxen och öppen, gräsbevuxen mark, kalhyggen och åkermark. Undersökningarna äro utförda i Schweiz och på invid varandra belägna, för övrigt så likartade marker som möjligt. Han kommer till den uppfattningen att trädbevuxen skogsmark gent emot ängs- och åkermark utmärker sig för en större luckerhet. Den är rikare på stora, för nedsipprande vatten lätt tillgängliga gångar och kanaler. Dessas mynnningar skyddas för igen-
slamning och tillstoppning av på marken liggande bladavfall, grenar etc. samt av humustäcket. Skogsmarken uppfångar och bevarar därför nederbörden bättre än öppen gräsbevuxen mark. Genom att skogsmarken är rikare på stora, av vatten mindre lätt uppfyllda hålrum, har den större luftkapacitet än öppen mark. Vid stor vattentillgång i marken inträffar mindre lätt syrebrist. På ett kalhygge förminskas väsentligt markens luftkapacitet liksom dess genomsläpplighet för vatten. För att en viss vattenkvantitet skall hinna sjunka ner i marken fordrades i BURGER's försök 3—4 gånger längre tid på kalfältet än i den trädbevuxna skogsmarken. På ett 10 år gammalt kalhygge, som använts som upplagsplats för timmer, fordrades ända till 30 gånger så lång tid som i skogen. Stubbrytning försämrar enligt BURGER markens fysikaliska beskaffenhet ännu mera än kalhygget. De naturliga kanaler, gående mer eller mindre djupt ner i marken, som uppstå vid trädrötternas förmultning, förstöras och slammas igen, varigenom genomsläppligheten för vatten minskas. Samma uppfattning hyser R. ALBERT (1923), som avråder från stubbarnas tillvaratagande, emedan den därvid vunna vinsten ej skulle kunna motväga markens försämring.

I Sachsen har som bekant kalhyggesbruket vunnit en stark utbredning, och att döma av litteraturen fått en mycket framträdande ställning. Emellertid har på senare åren en stark reaktion mot detta skogsbrukssätt inträtt inom de skogliga kretsarna. Vissa kultursvårigheter och de på kalhyggena uppdragna beståndens mindre goda utveckling har väckt tanken på, att kalhyggesbruket kunde medföra betydande olägenheter. Åtskilliga författare, såsom DEICKE (1912), RANFFT (1913), BERNHARD (1914), MARTIN (1920) och VATER (1920) ha diskuterat frågan mer eller mindre ingående. Såsom botemedel förordas vanligen införande av

lövträd, framför allt bok, i barrbestånden. Den som grundligast tagit upp problemet till behandling är emellertid WIEDEMANN (1923), som i en utförlig avhandling närmare söker utreda dels kalhyggets direkta inverkan på marken, dels också dess inflytande på beståndens utveckling, liksom också frågan om de åtgärder, som kunna och böra vidtagas på de marker, vilkas produktion redan blivit nedsatt. Hans huvudresultat kunna sammanfattas på följande sätt. Över stora delar av Sachsen kan man konstatera en betydande minskning i granskogarnas tillväxt. Åtminstone 30,000 har av statsskogarna visa en stark tillbakagång. Tillväxtförlusten uppskattas till minst 1 kbm per har och år och för Sachsen i dess helhet till 100,000 kbm årligen. Tillväxtminskningen är störst på slättlandet och minst uppe i bergstrakterna, Erzgebirge, vilket anses stå i samband med att nederbörden tilltar med större höjd över havet. Tillväxtförlusterna visa sig mest under torrår, vilka kunna förorsaka djupgående fysiologiska störningar. Då perioden 1911—1920 utmärkt sig för en följd av torrår har tillväxtförlusten i granskogarna i senare tid alldeles särskilt tilldragit sig skogsmännens uppmärksamhet. Tillväxtförlusten är emellertid ej enbart ett klimatfenomen, utan står även i samband med de förändringar, som marken undergått genom upprepade kalhyggen och en ensidig barrskogsskötsel med bannlysning av lövträd i bestånden. Detta skogsbrukssätt för med olika hastighet på olika marker till skadliga förändringar, såsom bildning av råhumus, urlakning av de övre markskikten åtföljd av en hopsintring av underliggande lager (blekjord, ortsten) samt ofta till en starkt minskad luckerhet. I den goda, luckra jorden kan granen sänka sina rötter till ett djup av en meter eller mera, på de genom upprepade kalhyggen förstörda markerna hålla sig rötterna i ytlagren. Känsligheten gent emot torka blir därigenom påtagligen större än i god, lucker jord. Såsom åtgärder för att förbättra bestånden och marken rekommenderas markbearbetning med plog samt inblandning i granbestånden av weymouthtall, lärk och vanlig tall, inplanteringsförsök med bok samt skydd i bestånden för björk, gråal, rönn och *Sorothamnus scoparius*.

De som i kalhyggesbruket se ett markförsämrande skogsbrukssätt anföra sålunda i huvudsak, att marken härigenom förhårdnar och att dess genomsläpplighet för luft och vatten minskas, luckerheten avtar eller försvinner. Vid stark nederbörd, framförallt under vintermånaderna, förorsakar detta att vattnet stagnerar, varav följer syrebrist i marken. Detta kan medföra mullagrets förstörande och ge anledning till uppkomst av råhumus. Med bildningen av råhumus följer en förökad uttvättning av markens översta lager, som kan leda till uppkomsten av blekjord och ortsten.

Gent emot denna uppfattning om kalhyggesbrukets inverkan på marken ha vägande invändningar gjorts. Från rent skogligt håll ha sålunda SCHWAPPACH (1921), TREBELJAHR (1920, 1921) m. fl. framhållit, att en viss markvård även kan vara förenad med ett kalhyggesbruk. Från rent botanisk sida har frågan behandlats av KÄSTNER (1921), som bestämt förnekar, att kalhygget såsom sådant framkallar råhumus; han anser att motsatsen förr är fallet. Den vegetation, som massvis plägar infinna sig på kalhyggerna, består till icke oväsentlig del av sådana växter som *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Carex brizoides*, *Luzula nemorosa* m. fl., vilka genom sina i marken framkrypande skott eller talrikt utvecklade rötter bidraga till råhumustäckets luckring och förstöring. I likhet med RAMANN (1911, sid. 208) och P. E. MÜLLER (1887, sid. 49) ser därför KÄSTNER i en del av de växter, som uppträda på hygget, direkta förstörare av råhumustäcket. Råhumusbildningen är enligt KÄSTNER en följd av själva beståndets karaktär och växtavfallets speciella beskaffenhet. Den stora slutenheten förhindrar uppträdandet av sådana växter, som genom krypande rotstockar och genom i marken frambrytande skott bidraga till markens luckring och humustäckets snabba förmultning.

De författare, som här refererats, ha mera bestämt och klart formulerat sina åsikter och motiverat dem med försök eller observationer. Flertalet övriga nöja sig med lösa uttalanden eller allmänna talesätt. Blädning betraktas vanligen som den avverkningsform, vilken är mest ägnad att bevara ett gott marktillstånd, men även motsatta åsikter ha framställts. En sachsisk skogsman, MÜLLER (MÜLLER H. O. F. 1921 a och b), som har sin verksamhet förlagd till ett revir i Erzgebirge, 700 m ö. h., säger sig ha gjort den erfarenheten, att blädning är skadlig för marken och ägnad att framkalla ett tjockt, ogynnsamt råhumustäcke. SPINDLER (1921), en kollega till MÜLLER, som arbetar under samma förhållanden som denne, hyser en motsatt mening och ansluter sig till dem, som i kalhyggesbruket se en metod ägnad att förstöra marken.

Som en allmän sammanfattning av det, som refererats angående skogsmarksförhållandena i Mellaneuropa, torde man kunna säga, att mull betraktas som den normala humusformen. Råhumus är dock ingen sällsynt företeelse. Mullen är säkerligen den av klimatet betingade humustypen. I vad mån denna gynnsamma humusform kan överföras till råhumus genom ett olämpligt skogsbrukssätt måste ännu betraktas som en oklar och omstridd fråga.

På ett annat plan ligger frågan i Sverige, framförallt i dess nordligare delar. Råhumus är den av klimatet betingade humustypen i våra barrskogar, mull förekommer endast inom mera begränsade, framför allt kalk-

rika områden. Studiet av de olika former, i vilka råhumus kan uppträda, dessas egenskaper och beroende av skogsbrukssätt etc. blir därför för oss en fråga av eminent betydelse, som i mellersta Europa ej har samma vikt som hos oss. Jag har emellertid sökt anknyta de där vunna erfarenheterna med mina egna studier i Sverige, vilket bl. a. möjliggjorts genom det förut omtalade anslaget från Fonden för skogsvetenskaplig forskning. Mitt observationsområde sträcker sig därför från Böhmerwald och Schwarzwald i söder till norra Lappland i norr och representerar ett slags genomsnitt av det stora barrskogsområdet norr om Alperna. Det kan ej nekas till att det i viss mån innebär en fara att i en första, orienterande undersökning draga in ett så stort iakttagelsematerial. Men olägenheterna synas mig motvägas av fördelen att ha till sitt förfogande observationer, gjorda under olika klimatiska betingelser, på olika mineraliskt underlag och i skogar med olika skogsbrukssätt. Ett sådant observationsmaterial bör ge större möjligheter för bedömandet av vilka faktorer som äro av mera tillfällig eller lokal natur och vilka som ha mera allmän betydelse, och sålunda möjliggöra en klarare orientering i frågan än en aldrig så noggrann lokalundersökning. De resultat, som vunnits, synas ge mig rätt i denna min uppfattning. Som dessas värde i hög grad beror av de använda undersökningsmetoderna lämnas i följande kapitel en redogörelse för dessa.

KAP. IV. Undersökningsmetoder.

1. Lokalbeskrivning.

Då hela denna undersökning har en starkt ekologiskt betonad prägel har jag ansett det lämpligast att genom en vegetationsbeskrivning karakterisera den lokal, där ett visst humusprov insamlats. Avfallet från växtvärlden utgör huvudmaterialet för humusbildningen och bestämmer i väsentlig mån dess karaktär. På samma gång inverkar humustäcket på vegetationens beskaffenhet. Mellan vegetation och humustäcke råder en intim växelverkan, vars utforskande och rätta förståelse har en avgörande betydelse för en rationell skogshushållning. Det klassiska exemplet på en dylik undersökning utgör P. E. MÜLLERS undersökning över de naturliga humusformerna i Danmarks ek- och bokskogar och på dess hedar. Vegetationsbeskrivningen utgör därför en viktig del av framställningen i denna avhandling.

För att få noggranna och objektivt hållna vegetationsanalyser, som kunna tillåta en jämförelse med andra lokaler och andra ståndorter, har jag i stor utsträckning använt samma metod som RAUNKJÆR och LAGERBERG, nämligen att å mindre ytor, utlagda i ett till synes homogent växttäcke, närmare analysera dettas

sammansättning. Om denna och liknande metoder har på senaste tid skrivits en hel följd av avhandlingar, på vilka jag i detta sammanhang anser det onödigt att ingå. Som en lämplig storlek på de småtor, som analyseras, har tagits en $\frac{1}{10}$ kvm; för att utmärka dessa har använts en käpp, försedd med ett mätinstrument av samma slag som den RAUNKIÆR använt. Genom stegning ha de analyserade småtorna fördelats i ett kvadratisk förband. Endast växter, som varit jordfästa inom den analyserade småtan, ha medtagits. Arternas täckningsgrad inom densamma ha uppskattats i 4:de delar eller vanligen i 10:de delar, vilken uppskattning underlättats genom att ringen kring käppen varit försedd med flera »radier», utgående i bestämda vinklar mot varandra (jfr RAUNKIÆR 1918, fig. 3, sid. 60).

Den HULT-SERNANDERSKA metoden har därjämte använts, ofta för att vinna tid, och i mer artrika skogstyper har jag ibland måst åtnöja mig med att utan frekvensbeteckning uppräknat de ingående arterna. En frekvensbeteckning blir ofta i ett mycket artrikt växtsamhälle, t. ex. en lunddäld, en ganska vanskelig uppgift, om man sätter större fordringar på noggrannhet.

Man har inom den växtsociologiska litteraturen ofta och ej utan en viss skärpa diskuterat för- och nackdelarna hos dessa båda ovannämnda metoder. Obestridligt är, att man medelst rutmetoden erhåller en objektiv frekvensbeteckning, vars noggrannhet och skärpa dock beror av den vid analysen använda smårutans storlek. En viss subjektivitet vidlåder däremot alltid bestämningen av täckningsgraden. Skulle jag döma av mina egna analyser förefaller det mig, som om man vore benägen att överskatta täckningsgraden för de olika arterna, så att den totala täckningsgraden lätt blir för stor. Resultaten av undersökningar medelst den RAUNKIÆRSKA metoden kunna dock alltid jämföras med varandra, framförallt när det gäller växtsamhällen av samma associationstyp.

De subjektiva felen vid den HULT-SERNANDERSKA metoden synas mig alltid bli växlande och dessutom svåra att uppskatta. De mycket beaktansvärda försök, som utförts av DU RIETZ (1921, sid. 227—231) angående denna methods noggrannhet och som utfallit till fördel för densamma, ha endast omfattat växtsamhällen med ett enda skikt, nämligen skorplavssamhällen, där svårigheten för en riktig uppskattning av vegetationstätheten är vida mindre än i mera rikt utvecklade växtsamhällen. Hans resultat kunna därför ej utan vidare överföras på växtsamhällen med bottenskikt och flera fältskikt. Emellertid har den HULT-SERNANDERSKA metoden den obestridliga förtjänsten, att den är mera tidsbesparande, vilket mången gång är en stor fördel.

Såväl i avseende på metoder som med hänsyn till begreppsbildningen har under de senare åren rått en mycket livlig diskussion inom den växtsociologiska litteraturen. Frågan gäller icke minst, vad som skall menas med en association. Alla torde vara eniga därom att därmed skall förstås ett växttäckte av homogen sammansättning, såväl med hänsyn till de ingående arterna som de mängdförhållanden, i vilka de uppträda. Men någon fullständig homogenitet i ett växttäckte existerar aldrig. Begreppet homogenitet är svårt att definiera och innesluter väl alltid något relativt. Tvenne lät mig säga kvadratmeterstora ytor inom ett växttäckte, som även av den mest stränge växtsociolog kan betraktas som en

mycket god association, äro aldrig identiskt lika. Skillnader finnas alltid, åtminstone i avseende på arternas mängdförhållanden. ROMELL (1925, sid. 259—270) har nyligen ingående behandlat homogenitetsproblemet med hänsyn till växtassociationernas sammansättning. Han finner att homogeniteten måste definieras i relation till en viss yttorlek, men också att homogenitetsfordringarna kunna växla, allt efter som man anser sig böra ta hänsyn till förekomstsättet hos alla, de flesta eller en viss procent av de i associationen ingående arterna. Associationernas begränsning blir därför alltid i viss mån en smakfråga, men också enligt min mening en fråga om ändamålsenlighet. En undersökning, vars huvudsakliga avsikt är att lösa vissa ekologiska problem med praktiskt syfte, kan finna med sin fördel förenligt att ha en annan associationsbegränsning, vidare eller trängre, än den, vars enda eller förnämsta syfte är att ge en ingående deskriptiv skildring av ett visst områdes vegetation. Men att man även i undersökningar av denna natur kan finna mycket olika uppfattningar om associationernas begränsning, därpå lämnar den senaste tidens litteratur ganska belysande exempel. Jag kan i detta fall hänvisa till avhandlingar av DU RIETZ (1921), TENGWALL (1920) och OSVALD (1923), som dock alla förklara sig tillhöra en och samma växtsociologiska skola. I viss mån kan man på en vegetationsbeskrivning tillämpa TAINES definition på ett konstverk: Ett stycke natur, sett genom ett temperament. Huvudsaken med all vegetationsskildring är emellertid, att den är klar och framför allt åskådlig, så att olika forskare kunna bedöma och tillgodogöra sig varandras undersökningar och deras resultat. Många gånger underlättas detta genom att observationsmaterialet fullständigt publiceras. Detta är ock anledningen till att i denna avhandlings speciella del införes en mera ingående beskrivning av de undersökta lokalerna.

Somliga forskare, t. ex. DU RIETZ (1921, sid. 14), låter begreppet association omfatta samtliga växtsamhällen av en enhetlig, på ett visst angivet sätt begränsad typ. Andra, t. ex. NORDHAGEN (1920), använda ordet association endast för den på en viss plats förefintliga, enhetliga och homogena växtsammanslutningen, och de i naturen faktiskt förefintliga associationerna grupperas med hänsyn till inbördes likhet i associationstyper eller förkortat sociotyper. Den förra riktningen bortser ofta ifrån, att associationen är en abstraktion. Det objektivi giltiga är endast att på en viss plats förekommer ett växtindivid, tillhörande en så och så benämnd eller begränsad art, och att i dess närhet finnas andra växtindivider tillhörande samma eller en annan art. Terminologien i och för sig har ju ej någon avgörande betydelse, om man ej mången gång kunde iakttaga ordets makt över tanken. Med hänsyn härtill erbjuder NORDHAGENS tillvägagångs-

sätt en viss fördel; utan att förgripa sig på en genomförd logisk användning av terminologien, kan man gruppera de iakttagna associationerna i olika sociotyper. Detta innebär en bestämd fördel. Liksom man för olika ändamål kan behöva en olika associationsbegränsning, kan man på ett och samma material behöva använda en olika typindelning.

Den diskussion, som förts i dessa frågor, har allt för mycket influerats av begrepp från arternas systematik, vilket säkerligen medfört både oklarhet och förvirring. När man velat tala om växtsamhällspopulationer och genotypiska och fenotypiska drag hos växtsamhället, har man, enligt mitt förmenande, drivit analogierna in absurdum och på ett olyckligt sätt använt en terminologi, som på sitt ursprungliga område utgör uttrycket för klara och väl genomtänkta begrepp. Man har nästan glömt att individer av samma art ha en annan samhörighet än den större eller mindre inbördes likheten. Samhörigheten mellan olika generationer av en och samma art är en realitet, som ställer artsystematiken på ett annat plan och som totalt saknar sin motsvarighet, när det gäller associationernas systematik.

När jag i det följande ansluter mig till NORDHAGENS betraktelsesätt, sker det huvudsakligen av den anledningen, att man med hans associationsbegrepp har full frihet att gruppera de olika associationerna allt efter de synpunkter, som man med hänsyn till undersökningens art finner mest ändamålsenliga.

Till den rena vegetationsbeskrivningen fogas i regel en redogörelse för trädbeståndets sammansättning, ålder, slutenhet etc. Mången gång har jag i det fallet kunnat begagna mig av skogsavdelningens noggranna och ingående beståndsanalyser.

Till denna mera botaniska och skogliga beskrivning av insamlingslokalen komma naturligtvis anteckningar om jordprofilens natur, det geologiska underlaget etc.

2. Jordprovens insamling och förvaring.

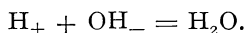
Jordproven ha i fält insamlats i rena linnepåsar och sedermera så vitt möjligt förvarats i naturfuktigt tillstånd för att mikrofloran ej skulle förändras. I regel ha de ej omedelbart kunnat undersökas, då varken tid eller arbetskrafter tillåtit detsamma, ofta ha de fått vänta en eller annan månad innan de kunnat tagas under undersökning. Detta har dock varit av underordnad betydelse. Humusproven förändra under förvaringen ej eller endast föga sina karakteristiska egenskaper. Så rika som de äro på buffertämnen, ändras surhetsgraden endast långsamt. Jag har sålunda funnit samma p_H hos prov i färskt tillstånd och efter torkning, och en förvaring under ett års tid i bleckburkar har ej påvis-

bart inverkat på reaktionstalet. Sådana ämnen som salpeter och ammoniak, som äro resultaten av mikroorganismers verksamhet, ha alltid bestämts genom lagringsprov, varvid salpeter och ammoniakhalten i regel bestämts även före lagringen. De förändringar i jordprovens kväve- och kalkhalt, som kunna inträda genom en tids förvaring i en linnepåse eller en bleckburk, torde med skäl kunna anses så små, att de falla inom felgränserna för den kemiska analysen.

3. Undersökning av humustäckets sura och basiska egenskaper.

Sedan länge tillbaka har man haft sin uppmärksamhet riktad på att en jords egenskap att vara sur, neutral eller alkalisk spelar en roll för vegetationen och även för dess behandling med olika gödselmedel etc. Det är dock först under senare tid, man kan ungefär säga under de 10 sista åren, som denna egenskap hos jorden blivit föremål för några mer ingående undersökningar. Detta beror närmast därpå att man först omkring år 1910 erhöll metoder, som tillåta en på samma gång säker och bekväm bestämning av graden av en vätskas sura eller alkaliska reaktion. Denna beror som bekant av dess halt av väte- och hydroxylioner. För att närmare förstå innebörden av detta och närliggande begrepp torde det vara lämpligt att erinra om några data ur den fysikaliska kemien.

Enligt ARRHENIUS' elektrolytiska dissociationsteori betingas en lösnings sura reaktion av dess halt av positivt laddade väteioner, H_+ , dess alkaliska av negativt laddade hydroxylioner, OH_- . Dessa kunna icke samtidigt i större mängd vara närvarande i lösningen utan förena sig med varandra till vatten efter formeln



En dylik vattenbildning försiggår, då en alkalisk lösning neutraliseras av en sur, t. ex. då en alkalisk natriumhydroxidlösning neutraliseras av saltsyra under bildning av saltet klornatrium. Emellertid har det visat sig att väte- och hydroxylionerna icke fullständigt förena sig med varandra, utan att i varje utspädd vattenlösning finnas, om ock i ringa mängd, fria väte- och hydroxylioner. Även i det renaste vatten finnas dylika ioner, men då koncentrationen av väte och hydroxylioner i rent vatten är lika stor, reagerar vattenet neutralt. I utspädda vattenlösningar är enligt lagen för massverkan produkten av väte- och hydroxylionernas koncentrationer konstant eller har ett och samma värde. Detta kallar man vattnets dissociationskonstant, som kan betecknas K_{H_2O} . Låter man bokstaven C beteckna ett ämnes koncentration, uttryckt i gramioner per liter, kan man för en utspädd vattenlösning uppställa följande ekvation

$$C_{H_+} \times C_{OH_-} = K_{H_2O}$$

där C_{H_+} betecknar koncentrationen av väteionerna, C_{OH_-} koncentrationen av hydroxylionerna. Vid 20° är vattnets dissociationskonstant cirka 10^{-14} .

Av denna ekvation följer att hydroxylionkoncentrationen i en lösning, som innehåller en gramion väteioner pr liter, har det mycket låga värdet av 10^{-14} . Minskas väteionkoncentrationen, ökas i samma mån hydroxylionkoncentrationen och vid en koncentration av väteionerna av 10^{-7} finnas i lösningen lika många väte- som hydroxylioner, ty

$$\frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7}$$

En sådan lösning kallas neutral, då den icke innehåller överskott av det ena eller det andra slaget ioner. Är koncentrationen av väteioner mindre än 10^{-7} , är hydroxylionkoncentrationen större än 10^{-7} och i en lösning av en gramion hydroxylioner per liter är väteionkoncentrationen så liten som 10^{-14} . För att närmare belysa innebörden av dessa tal kan erinras om, att i en lösning med väteionkoncentrationen 10^{-7} finns en 10-milliondels gramion väteioner i en liter lösning eller ett gram väteioner på 10 millioner liter, i en lösning med 10^{-1} en tiondels gramion per liter eller ett gramion per 10 liter.

Genom det stränga samband, som äger rum i utspädda vattenlösningar mellan väte- och hydroxylionernas koncentrationer, kan lösningens reaktion angivas genom att bestämma en av dessa ioners koncentration. I detta fall har man valt väteionens. För att få ett mera bekvämt uttryck för väteionernas koncentration införde SÖRENSEN (1909) metoden att härför använda väteionsexponenten p_H , vars betydelse följande ekvation visar

$$C_{H+} = 10^{-p_H}$$

Av denna ekvation framgår att p_H är logaritmen för väteionkoncentrationen med ombytt tecken, ty

$$p_H = -\log C_{H+}$$

När i en lösning koncentrationen av väteioner blir 10 ggr större eller mindre, ändras p_H med en enhet, då logaritmen för 10 är 1. I en lösning, vars p_H är 5, finns därför i en liter 10 ggr så många väteioner som i en där p_H är 6 och 100 ggr så många som i en neutral med p_H lika med 7. En fördubbling av väteionernas koncentration förminskar p_H med ungefär 0,3, ty logaritmen för 2 är 0,301.

I utspädda lösningar och vid vanliga temperaturer varierar väteionexponenten från 0 till 14. Talet 0 motsvarar en gramion väteioner per liter. Värdena under 7 angiva sura lösningar, över 7 alkaliska, medan värdet 7 angiver en rent neutral lösning.

Följande figur, som är hämtad ur en avhandling av BJERRUM och

GJALDBÆK (1919), illustrerar sambandet mellan väte- och hydroxylionernas koncentrationer och p_H -s betydelse

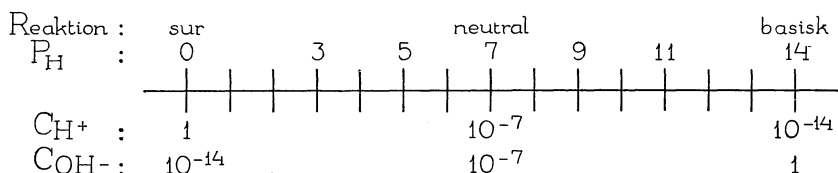


Fig. 1. Översikt av väte- och hydroxylionernas koncentrationer vid olika p_H -värden.
 p_H -Werte und Konzentrationen von Wasserstoff- und Hydroxyl-Ionen.

För att bestämma väteionkoncentrationen användas elektrometriska eller kolorimetriska metoder. Den elektrometriska metoden grundar sig därpå att om en med platinasvart belagd platinaelektrod, som mättats med väte, neddoppas i en lösning, — neutral, sur eller alkalisk — mellan platinaelektroden och lösningen uppstår en potentialskillnad, som på ett lagbundet sätt är beroende av lösningens koncentration av väteioner. Genom mätningen av denna potential bestämmes lösningens väteionkoncentration. Hur denna potentialbestämning närmare tillgår och vilka apparater, som härför erfordras, skall icke här närmare redogöras för utan hänvisas i detta fall till arbeten av SÖRENSEN (1909, 1912), MICHAELIS (1914, 1922) och CLARK (1922).

Den av mig använda apparaturen (se fig. 2) överensstämmer närmast med SÖRENSENS anordningar. I stället för dennes 0,1 normal kalomelektrod har emellertid använts MICHAELIS mättade kalomelektrod, varför p_H , sedan den elektromotoriska kraften bestämts i millivolt, kunnat avläsas i YLPPÖS p_H -tabeller (1917). För att förena väte- och kalomelektrodena med varandra har använts en mättad klorkaliumlösning. Som motstånd användes en reostat, förfärdigad av aktiebolaget Vetenskapliga instrument i Lund och sedermera genom professor BENEDICKS försorg kontrollerad på Stockholms högskolas fysiska institut. Som mätinstrument för att konstatera strömlöshet har använts en kapillarelektrometer av LUTHERS modell (MICHAELIS 1914, sid. 133). I stället för att framställa den erforderliga vätgasen genom en eller annan apparat, har jag liksom BARTHEL använt i bomb komprimerad vätgas från aktiebolaget Syrgasverken i Örebro. Med en lämplig regleringskran kan från en dylik bomb erhållas en vätgasström av önskad styrka, som innan den användes, tvättas i en alkalisk pyrogallollösning. Den använda anordningen har visat sig mycket tillfredsställande. I likhet med SÖRENSEN har jag då och då låtit pröva apparaturen genom att bestämma p_H i en mycket noga känd standardlösning, utgörande en blandning av sekundärt och primärt fosfat (SÖRENSEN 1909, sid. 38). Det experimentellt

funna p_H har då endast med någon hundraedels decimal skilt sig från det teoretiskt väntade, en för mitt ändamål mer än tillräcklig noggrann-

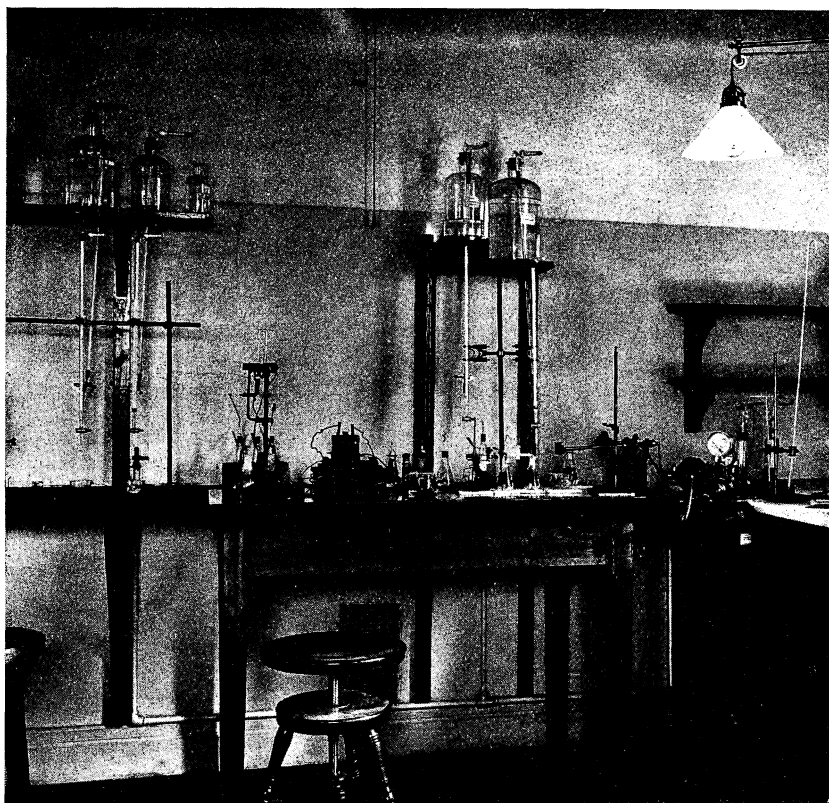


Fig. 2. Apparat-anordning för elektrometrisk p_H -bestämning och elektrometrisk titrering.
Apparatur für elektrometrische p_H -Bestimmung und elektrometrische Titration.

het. För varje ny undersökningsserie har apparaten provats, varvid eventuellt funna avvikelser kunnat avhjälpas genom ny platinering av elektroderna.

För bestämningarna har alltid använts jordextrakt, som framställts genom att till 20 g frisk jord sätta 80 g rent destillerat vatten. Blandningen har omskakats några gånger samt har fått stå till följande dag, då vätskan avsilats genom porslinssil, varvid man erhållit en mer eller mindre brunfärgad grumlig lösning. Som elektrodkärl har använts HASSELBALCHS modell i något förändrad form (MICHAELIS 1914, sid. 147). I allmänhet har det kräfts 15 minuters skakning tills strömmen blivit konstant, vadan en p_H -bestämning tagit omkring 20 à 30 minuter i genomsnitt.

Då de prov, som använts, i det stora hela varit mycket lika varandra, sura och rika på organiska beståndsdelar, torde de p_H -värden, som erhållits, vara fullt jämförbara med varandra. Såsom bl. a. O. ARRHENIUS (1922, sid. 3) framhållit influeras, när det gäller humusrika prov, lösnings p_H -halt föga av förhållandet mellan vätskans mängd och mängden extraherad jord. Till samma erfarenhet har även jag kommit.

Då det med det använda nollinstrumentet mången gång var svårt att fastställa strömlöshet med de svaga strömmar, som äro en följd av jordextraktens låga elektrolythalt, tillsattes till 10 ccm av extraktet en droppe av en 1-n KCl-lösning. Extraktet fick därigenom en halt av 0,02 n KCl. För att undersöka om p_H härigenom förändrades, gjordes en följd bestämningar med och utan KCl. Resultaten av dessa jämförelser meddelas i nedanstående tabell.

Tab. 1. Kontroll av p_H -bestämningar.
Kontroll von p_H -Bestimmung.

	Utan KCl	Med KCl		Utan KCl	Med KCl
Råhumus	3,84	4,12	Mull- 1. mårartad humus	5,07	5,13
»	3,86	3,86	» » » »	5,33	5,33
»	3,86	3,86	» » » »	5,58 ²	5,77
»	4,07	4,07	» » » »	5,61	5,67
»	4,07	4,07	» » » »	5,77	5,72
»	4,07	4,10	» » » »	6,13	6,13
»	4,37	4,32	» » » »	6,77 ²	6,58
Fjällhedstörv	4,47 ¹	4,22	Blektjord	5,86 ²	5,96
»	4,68 ²	4,68	Rostjord	5,77	5,72
Mull- 1. mårartad humus	4,47	4,58	»	5,86	5,86
» » » »	4,69	4,74	»	5,86	5,90
» » » »	4,79	4,69			
» » » »	4,89 ²	4,73	Underlag	6,08	6,22

¹ 2 angiver att avläsningen är osäker.

² = unsichere Ablesung.

Av tabell 1 framgår, att p_H ej förändrats i någon bestämd riktning, men att små variationer kunna förekomma ibland åt det sura, ibland åt det alkaliska hållet. Tar man, som riktigast är, mest hänsyn till de jordprov, där strömlöshet även i den KCl-fria lösningen lätt kunnat fastställas, kan man säga att den ringa tillsatsen av KCl ej haft någon inverkan på p_H . Detta kan ju möjligen synas egendomligt, då CHRISTENSEN & JENSEN (1923) helt nyligen påvisat att även en mycket obetydlig tillsats av KCl gör lösningen surare än det saltfria vattenextraktet. Olikheten förklaras emellertid därav, att dessa författare låtit den KCl-haltiga lösningen inverka på hela jordprovet, medan jag tillsatt KCl endast till den avsilade lösningen. I förra fallet har KCl-lösningen haft mycket mer material att inverka på än i det senare. På senaste tid har jag även på annat sätt kunnat konstatera att den ringa tillsatsen av 1-n KCl-lösning till jordlösningen ej haft någon märkbar inverkan på reaktionen. Sedan Skogsförsöksanstalten innevarande höst (sept. 1925)

förskaffat sig en bättre apparatutrustning från Cambridge med bl. a. en spegel-galvanometer som o-instrument, har jag vid användande av kinhydronmetoden hos en serie jordprov funnit så gott som identiskt samma värden som med den av mig använda apparaten.

För att lära känna en jords sura eller alkaliska egenskaper är det emellertid icke nog med att bestämma dess p_H -värde, utan man måste ock lära känna dess halt av fria syror och baser eller av surt och basiskt reagerande ämnen. Betydelsen härav framgår av den fysikaliska kemiens uppfattning av starka och svaga syror.

Enligt den elektrolitiska dissociationsteorien är den starka syran starkt, den svaga svagt dissocierad. En gram-molekylär (molekylarvikten i gram per liter) ättiksyrelösning har en väteionsexponent av 4,7; samma väteionskoncentration har en saltsyrelösning med en koncentration av $10^{-4.7}$ ($p_H = 4,7$) eller en 0,00002 gram-molekylär. Båda lösningarna ha samma väteionkoncentration eller p_H , men medan en liter av saltsyrelösningen neutraliseras av en ringa mängd alkali (0,2 cm² 0,1 normal NaOH), åtgår för fullständig neutralisation av en liter av ättiksyran 50 000 ggr mer. Medan den starkt utspädda saltsyrans väte uteslutande utgöres av fria väteioner, är endast en ringa del av ättiksyrans väte i denna form, i det att ättiksyrelösningen huvudsakligen innehåller odissocierad ättiksyra. Vid ättiksyrans titrering med alkali avdissocieras nya väteioner, ända tills syran blivit fullständigt neutraliserad. Den odissocierade ättiksyran verkar därför som en buffert, förminskande de förändringar i vätskans reaktion, som tillsättande av baser kan medföra. I den elektrometriska metoden har man ett bekvämt och säkert sätt att studera huru en lösnings reaktion ändras vid tillsättandet av alkali eller syra. Medelst en byrett tillsättes t. ex. 1 ccm av en svag alkalilösning (0,1 normal natriumhydroxid-lösning) till en sur lösning, varefter vätskan omröres och p_H bestämmes, därefter tillsättes en ny, lika stor mängd alkali, varpå återigen p_H bestämmes och på så sätt fortsättes tills neutralpunkten eller $p_H = 7$ är uppnådd. Avsätts de tillfogade mängderna alkali på x -axeln, de erhållna p_H -värdena på y -axeln, kan titreringens gång åskådliggöras genom en kurva, som för olika syror får ett olika, men karakteristiskt utseende. Alldeles samma resonemang som här förts angående starka och svaga syror gäller starka och svaga baser.

Den surhetsgrad, som uttryckes genom väteionkoncentrationen eller p_H , kan lämpligen benämnas lösningens aktuella surhetsgrad eller dess reaktionstal, den som bestämmes genom halten av syror och baser dess potentiella surhetsgrad. Lösningar med samma reaktionstal kunna ha väsentligt olika potentiella surhetsgrader. Exempel härpå lämnade nyss saltsyran och ättiksyran; ättiksyrelösningen var rikare på buffertämnen än saltsyrelösningen. Båda lösningarna hade samma p_H , saltsyrelösningen ändrade dock sitt p_H hastigare än ättiksyran. På samma sätt förhåller det sig med en jord. Den kan bibehålla sitt reaktionstal med större eller mindre seghet vid tillfogandet av syror eller baser, vilket tydligen måste anses som en mycket viktig egenskap hos densamma. För att ändra

reaktionen i ena eller andra riktningen måste man tillfoga större eller mindre mängder syror eller baser allt efter mängden förefintliga buffertämnen. För att få en djupare insikt i en jords egenskaper är det därför nödvändigt att känna icke blott dess aktuella surhetsgrad, dess reaktionstal eller p_H , utan ock hur den ändrar sin reaktion vid tillsats av en bas eller en syra. Reaktionsändringen vid tillfogandet av en viss mängd bas, ett alkali, ger en inblick i med vilken styrka den bibehåller sin sura reaktion eller dess halt av sura buffertämnen. På samma sätt ger tillsatsen av en syra en uppfattning om jordens motstånd mot reaktionsändringar i sur riktning eller dess halt av basiska buffertämnen. Omfattande undersökningar över humusformernas egenskaper i detta avseende ha också av mig utförts.

Olika metoder kunna komma till användning vid dessa undersökningar. Jag har för min del använt en, som föreslagits av de danska kemisterna BJERRUM och GJALDBÆK (1919).

En jordkvantitet, motsvarande fem g torrsubstans (torkning vid $+98^{\circ}\text{C}$), har avvägs och uppslammats i 200 ccm 0,1 n KCl-lösning. Då alltid naturfuktiga prov använts, ha något växlande kvantiteter avvägs. Någon hänsyn till att med jordproven växlande mängder vatten tillförts den titrerade lösningen har emellertid ej tagits, då dessa kvantiteter varit små och därför utan någon egentlig betydelse för titreringskurvans förlopp. Uppslamningen har fått stå över ett dygn, så att jämvikt inträtt mellan jorden och klorkaliumlösningen, varefter den titrerats med 0,1 n NaOH och 0,1 n HCl. För p_H bestämningen som utförts efter varje tillfogad kubikcentimeter av titreringsvätskan, har använts HILDENBRANDS elektrod (se MICHAELIS 1914, sid. 168), med vilken man låter vätskan bortsopa frigjord kolsyra. Under titreringen har jorduppslamningen noga omrörts med en glasstav. Jorduppslamningarna i 0,1 n KCl-lösningen ha alltid visat sig ha ett lägre reaktionstal än de rena vattenlösningarna av samma slags jord. Orsaken härtil kan sökas dels i bildning av aluminiumsalter, som dissocieras (jfr. KAPPEN 1917), dels i förträngning av adsorberad syra eller absorberade väteioner. Till denna fråga återkommer jag längre fram (se kap. XIV, 1).

Titreringsresultatet och framförallt titreringskurvans form är mycket beroende av de omständigheter under vilka titreringen utföres, sålunda av arten av använda syror och baser, förhållandet mellan vätska och använd jord, temperatur, jordprovets behandling etc. Titreringskurvor kunna därför endast jämföras med varandra, när titreringarna utförts under fullt lika förhållanden. Olika titreringsmetoder komma därför att belysa olika sidor hos jordens sura och basiska egenskaper. Användning av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ som bas kan sålunda medföra ett annat resultat än NaOH, då kalken med humussyror lätt bildar olösliga föreningar, medan NaOH kan lösa en del som anhydrider förekommande sura humusföreningar. Då det gäller åkerjord, kan användning av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ha sitt stora intresse, enär man genom kalkning kan ändra jordens reaktionstal. Som detta av ekonomiska skäl är uteslutet i skogsmarken, åtminstone när det gäller våra svenska skogar, och då NaOH syns mig ge en mera lättolkad bild av titreringskurvan, har jag använt denna som bas. För att få en fullt ingående

kännedom om jordens sura och basiska egenskaper fordras därför egentligen olika titreringsmetoder. Då emellertid den använda metoden visat sig giva viktiga upplysningar om olika humusformers olika egenskaper har jag i huvudsak begagnat mig av denna. Några andra metoder ha ock använts, såsom tillsättning av Ca CO_3 direkt till jorden. Dessa omnämnas i samband med redogörelsen för de erhållna resultaten.

De undersökningar som utförts över humusformernas sura eller basiska egenskaper ha sålunda avsett att fastställa:

1. reaktionstalet eller p_H , som avser koncentrationen av fria väteioner, varvid p_H är logaritmen för väteionkoncentrationen med ombytt tecken;

2. den konstans eller seghet, varmed jorden bibehåller ett visst reaktionstal. Reaktionstalet kan ändras genom tillförandet av syror och baser. Den jord, vars reaktionstal därvid föga eller långsamt förändras, är rik på buffertämnen, den vars reaktionstal lätt eller snabbt ändras, är fattig. Den jord, vars reaktionstal föga ändras vid tillsats av baser, är rik på sura buffertämnen, den som föga ändras vid tillsats av syra, är rik på basiska.

4. Fuktighetsbestämning.

Alla bestämningar ha för att bliva fullt jämförliga med varandra hänförs till jordens vikt i torrt tillstånd. De nödiga fuktighetsbestämningarna ha utförts å cirka 15 cm³ stora prov, som torkats vid en temperatur av 95° å 98° C. Genom att torkskåpets väggar voro fyllda med vatten, har temperaturen aldrig överstigit 100°. Härigenom har så vitt möjligt undvikits den viktsstegring, som ofta kan iakttagas hos humushaltiga prov vid torkning över 100° och som sannolikt är att hänföra till oxidationsprocesser.

5. Humusbestämning.

Humushalten har för de flesta, starkt humushaltiga proven bestämts genom glödning av vid 98° torkade prov. För varje bestämning ha använts c:a 5—20 g, beroende på provets beskaffenhet. Genom att under glödningen omröra provet försiktigt med en glas- eller platinastav, har fullständig förbränning ernåtts utan hopsintring av askan. Denna metod är den mest lämpliga och praktiska för råhumusjordar på grund av deras stora humushalt och ofta ojämna beskaffenhet. För mera humusfattiga muljordar har jag använt förbränning i slutet rör, varvid den bildade kolsyran uppsamlats och bestämts medelst VESTERBERGS metod, varefter humushalten erhållits genom multiplikation med faktorn 0,471 (se TAMM 1917, sid. 252—253). I ett par fall ha båda metoderna kommit till användning på ett och samma prov, varvid det visat sig, att man åtminstone vid en humushalt av c:a 10 % kommit till mycket väl överensstämmande resultat.

6. Kalkbestämning.

För att bedöma villkoren för jordens reaktion är en bestämning av kalkhalten av ett särskilt intresse. All kalk är dock icke likvärdig. Största betydelsen har kalciumkarbonatet, men då detta ämne endast förekommer i mycket ringa mängd i den skogsmark, som bildats av våra sura bergarter, spelar den en mera framträdande roll egentligen endast inom våra siluområden eller där urkalksten finns anstående. Den i våra graniter och gnejser silikatiskt bundna kalken spelar en mera indirekt roll. Först efter omfattande finfördelning eller vittring av mineralen, kan den påverka markens reaktion. Under alla omständigheter blir det alltid den mera lösliga eller lätt tillgängliga kalken, som får den största betydelsen för markens reaktion. För att bestämma denna mera lösliga kalk har jag använt en metod, som fått ganska vidsträckt användning, nämligen jordens extraktion med en salmiak- eller klorammoniumlösning. Den adsorptivt bundna kalken går härvid i lösning och kan bestämmas. Den benämnes ofta assimilerbar kalk. I tabellerna till denna avhandling är halten klorammoniumlöslig kalk upptagen under rubriken CaO_{ass} .

Vid bestämningen av den assimilerbara kalken har jag låtit extrahera 12,5 eller 25 g jord (beräknad efter torrsvikt) med 150 eller 250, stundom 350 ccm 10 % klorammoniumlösning. Det kan synas märkligt att vid dylika bestämningar förhållandet mellan jordens vikt och det använda lösningsmedlet växlat, i all synnerhet då bestämningen av kalkhalten grundar sig på en adsorptionsföreteelse. Orsaken härtill är emellertid att söka i jordprovets mycket växlande fysikaliska beskaffenhet. De sura råhumusjordarna binda vid sig ofantligt mycket mer vatten än mulljordarna med sin ringare humushalt. För att erhålla en avfilterbar vätskemängd måste de förra tillföras en större mängd lösning än de senare. För att jämviktstillståndet skulle vara detsamma hos olika jordprov, skulle vätskemängden beräknas ej med hänsyn till jordens vikt, utan med hänsyn till dess yta. Då detta är omöjligt, har jag av praktiska skäl låtit behandla de sura råhumusjordarna med större mängd lösning än mulljordarna. I viss mån ha härvid de teoretiska fordringarna på förhållandet mellan jord och lösningsmängd tillfredsställts. Emellertid torde här berörda felkällor vara av underordnad betydelse. Vid användning av en så koncentrerad lösning som en 10 % klorammoniumlösning, bli de genom adsorptionsförträngning förorsakade koncentrationsändringarna i salmiaklösningen så små, att de äro utan någon betydelse. Det visar sig också att mulljordarna, som behandlats med en mindre mängd klorammoniumlösning än råhumusjordarna, så gott som alltid varit rikare på assimilerbar kalk än dessa senare. Beräknad med hänsyn till humushalten har ur mulljordar kunnat utdragas ända till 5 à 6 % assimilerbar kalk. Någon risk för att den använda vätskemängden varit för liten hos dessa prov torde därför ej föreligga. Möjligen skulle man kunna anföra, att råhumusjordarna genom den använda metoden kommit att giva något för hög halt av assimilerbar kalk. Dessa äro emellertid så pass fattiga på adsorptivt bundna ämnen, att de genom adsorptionsförträngning förorsakade koncentrationsändringarna bli så små

att olika förhållanden mellan jord och vätskemängd bli utan betydelse. Då jag ej sett någon möjlighet att på ett i praktiken användbart sätt anordna extraktionen så, att metoden vore ur teoretisk synpunkt fullt oangriplig, har jag valt den väg, som synts mig mest framkomlig. Som av det anförda framgår, torde ock de teoretiska invändningarna vara av underordnad betydelse, då koncentrationsändringarna i salmiaklösningen, vilka dock äro de avgörande, rört sig inom snäva gränser.

Proven ha med klorammoniumlösningen extraherats på vattenbad i 3 timmar, avfilterats, varefter kalken fällts som oxalat och bestämts antingen som CaO efter glödgning eller titrimetriskt. Då det visade sig, att den glödgade kalciumoxiden sällan blev rent vit, utan oftast hade en brun eller rödaktig anstrykning, behandlades den med ättiksyra, som visade sig fullständigt lösa det glödgade provet så när som på 0,1 à 0,2 mg, utgörande en mycket ringa procent av provets vikt. Någon nämnvärd förorening av lerjord eller järn förekom därför ej.

Vid titrimetrisk bestämning av kalken, den metod, som mest använts, har det utfällda kalciumoxalatet upptagits på filtrum, tvättats samt lösts i svavel-syra. Genom titreringen med kaliumpermanganat har därefter mängden fri oxalsyra bestämts och kalkmängden beräknats.

Då det kunde antagas att klorammoniumlösningen ej utlöste all den kalk, som fanns i jorden eller i ett undersökt blad, har även en annan bruklig metod använts. Sedan provet glödgats försiktigt, har askan extraherats med 10 % saltsyra. I den avfilterade lösningen ha aluminium, järn och andra tunga metaller utfällts med kolsyrefri ammoniak, varefter kalken bestämts på samma sätt som ovan beskrivits. Den på detta sätt bestämda kalkhalten har benämnts den totala och betecknas i tabellerna med CaO_{tot} .

7. Kvävebestämning.

Den totala kvävehalten har på vanligt sätt bestämts genom KJELDAHLS metod, varvid genom användande av fenol även salpeterkvävet ingått i bestämningen (se Svensk författningssamling 1906, Bih. 37, par. 17 h.). För bestämningen har i allmänhet använts omkring 1 gram jord.

I tabellerna har den på detta sätt bestämda kvävehalten betecknats med N_{tot} .

8. Ammoniakbestämning.

Bestämning av ammoniak i jord är en ganska svår uppgift, framförallt om man ställer större anspråk på noggrannhet. Ammoniak adsorberas starkt och kan ur jorden frigöras endast med en viss svårighet. Användes för detta ändamål en för hög koncentration av syror, alkalier eller salter, föreligger fara för att ammoniak avspjälkas ur markens kvävehaltiga föreningar, äggviteämnen eller deras ganska komplicerade destruktionsprodukter; användes en för svag koncentration, riskerar man att er-hålla en för låg ammoniakhalt. För att lösa dessa svårigheter, har före-

slagits att koka jorden i vakuum med MgO eller behandla den genom destillation med vattenånga i vakuum med MgO , men då dessa metoder, utom att de äro besvärliga, då det gäller behandlingen av ett större antal prov, ej lämnat bättre värden än andra, mera enkla metoder (se BARTHEL & BENGTSSON 1918, sid. 354—358), har jag ej använt dem. Jag har inskränkt mig till att pröva BOUSSINGAULTS metod, kokning med MgO , och SCHLÖSINGS metod, extraktion med HCl . Härvid visade sig BOUSSINGAULTS metod ganska olämplig för råhumusjordar. Proven skummade starkt, så att en betydande del av jordprovet fördes upp i kolvhalsen och där fastnade. SCHLÖSINGS metod har av mig använts på samma sätt som af VALMARI (1912), nämligen extraktion med 0,1 n HCl .

För att emellertid pröva jordens förmåga att bilda ammoniakkväve, har jag först i en viss del av jordprovet bestämt ammoniakhalten, därefter avvägt 100 g (beräknat som torkat vid 98°), infört dessa 100 g i en erlenmeyerkolv om en liter och väl genomfuktat provet. Sedan kolvhalsen tillslutits med en bomullspropp, har jordprovet på detta sätt lagrats, i regel i 3 månader, varefter ny ammoniakbestämning utförts. Med få undantag har den senare bestämningen visat en väsentligt högre ammoniakhalt hos jorden än den första, vilket visar att i jorden försiggått processer, som lösgöra kväve i form av ammoniak eller i en form, som med rätt svaga medel överföres i ammoniak.

För själva ammoniakbestämningen har använts 10 g jord, som under en timme skakats med 100 ccm 0,1 n HCl , 25—50 ccm av filtratet har kokats med MgO , varvid den frigjorda ammoniaken uppfångats i 0,1 n svavelsyra, vilken sedermera titreras med 0,1 n natronlut. Vid ett mycket stort antal försök ha dubbelprov gjorts, vilka i regel visat en god överensstämmelse med varandra.

För att pröva den använda metoden på dess förmåga att utvinna av jorden adsorberad ammoniak har jag liksom BARTHEL & BENGTSSON (1918), N. BENGTSSON (1924) m. fl. undersökt, till vilken grad man kan utvinna av jorden adsorberad ammoniak, som i form av ett salt tillsatts densamma. Undersökningen har utförts så, att först jordens egen ammoniakhalt har bestämts, varefter 10 g av jorden noga fuktats med en lösning av ammoniumsulfat. Sedan jorden fått stå en timme, varefter man kunnat vänta, att adsorptionen kommit till ett jämviktsstadium, har jordens ammoniakhalt ånyo bestämts. Lämnar metoden ett fullt pålitligt resultat, bör man då återvinna såväl den ursprungliga som den tillförda ammoniaken. I tabell 2 lämnas en översikt av de vunna resultaten. Av densamma framgår, att man ej lyckas utvinna all tillsatt ammoniak, utan att man i regel måste räkna med en viss förlust. I de flesta fall rör sig denna om några procent, i ett fall överstiger den dock 10 %. Om sålunda metoden, som var att vänta, ej är utan felkällor, har den dock varit för ändamålet tillräckligt noggrann. Den förefintliga felkällan har mindre betydelse dels därigenom, att i regel ammoniakbildningsförmågan bestämts genom skillnaden i ammoniakhalt före och efter provens lagring, dels också

därigenom att vid denna första orienterande undersökning det är tillräckligt att endast ta hänsyn till vida större skillnader än på 10 à 20 %. Trots att metoden är jämförelsevis enkel, måste den därför anses tillräckligt noggrann för detta ändamål. I de flesta fall ha ju för övrigt även mer omständliga metoder visat sig ge för låga värden. Om den av N. BENGTSSON utarbetade metoden med upprepade extraktioner med 0,5 n KCl lösning kan lämpa sig för massundersökning av humusprov förtjänar en närmare undersökning.

I analystabellerna uppföres den på omnämnt sätt bestämda mängden ammoniakkväve under rubriken Am-N.

Tab. 2. Kontroll av ammoniakbestämningar.

Kontroll von Ammoniakbestimmungen.

	Glödf. Glüh- verlust	PH	mg. Am-N tillsatt pr 10 gram jord zu 10 g Boden hinzugefügt	mg. Am-N funnet i 10 gram jord in 10 g Boden gefunden	Am-N	
					mg.	%
Mull 5—15 cm u. y.	45,0	4,2	0,00	0,18	—	—
» » » »			50,73	48,12	— 2,61	— 5,48
» » » »			5,27	5,65	+ 0,20	+ 3,67
Mull 40—50 cm u. y.	46,0	5,2	0,00	0,00	—	—
» » » »			50,73	48,68	— 2,05	— 4,04
» » » »			5,27	5,27	0,00	0,00
Mull 5—15 cm u. y.	77,5	4,3	0,00	3,89	—	—
» » » »			50,73	52,85	— 1,77	— 3,24
» » » »			5,27	9,38	+ 0,22	+ 2,40
Mull 20—25 cm u. y.	61,1	4,7	0,00	0,19	—	—
» » » »			50,73	49,85	— 1,07	— 2,10
» » » »			5,27	5,21	— 0,24	— 4,40
Mull 4—8 cm u. y.	79,6	5,4	0,00	3,53	—	—
» » » »			50,73	51,83	— 2,43	— 4,48
» » » »			5,27	8,35	— 0,45	— 5,11
Mull 8—10 cm u. y.	52,2	5,3	0,00	1,64	—	—
» » » »			50,73	50,11	— 2,26	— 4,32
» » » »			5,27	7,00	+ 0,09	+ 1,30
Råhumus 3—5 cm u. y. ...	86,3	3,8	0,00	3,56	—	—
» » » » ...			50,73	53,28	— 1,01	— 1,86
» » » » ...			5,27	8,51	— 0,32	— 3,62
Råhumus 5—10 cm u. y. ...	90,2	3,9	0,00	1,15	—	—
» » » » ...			50,73	46,52	— 5,36	— 10,33
» » » » ...			5,27	6,08	— 0,34	— 5,30
Råhumus 1—2 cm u. y. ...	93,1	4,5	0,00	4,26	—	—
» » » » ...			50,73	53,39	— 1,60	— 2,99
» » » » ...			5,27	9,04	— 0,49	— 5,14
Råhumus 2—5 cm u. y. ...	72,6	4,1	0,00	0,99	—	—
» » » » ...			50,73	49,14	— 2,58	— 4,99
» » » » ...			5,27	6,12	— 0,14	— 2,23
Råhumus 2—5 cm u. y. ...	81,0	4,4	0,00	7,12	—	—
» » » » ...			50,73	56,47	— 1,38	— 2,39
» » » » ...			5,27	13,07	+ 0,48	+ 3,84

¹ Under markytan.

9. Salpeterbestämning.

Jordens salpeterhalt har bestämts efter den numera allmänt brukliga metoden av GRANDVAL, LAJOUX och REITMAIR (se HESSELMAN 1917 a, sid. 323). En av lösliga humusämnen förorsakad missfärgning av jord-extraktet har så gott som alltid kunnat avlägsnas med kalkmjölk, ibland ha tillsatts några droppar kaliumpermanganat.

För att pröva jordens förmåga att bilda salpeter har jag i största utsträckning använt den s. k. lagringsmetoden. Efter en del förförsök fann jag att tre månader var en lämplig tid, varför denna tid nästan genomgående använts. Angående metodens användning hänvisas för övrigt till min förra avhandling (HESSELMAN 1917 a, sid. 321—323).

Orsaken till att vissa jordar icke bilda salpeter kan tänkas ligga i att lämpliga salpeterbakterier saknas, att jorden lider brist på för nitrifikation eller nitrifikationsbakterierna nödvändiga ämnen eller att de kvävehaltiga ämnena äro svåråtkomliga för de ämnesnedbrytande organismerna. För att pröva i vad mån nämnda orsaker kunna göra sig gällande, ha försök gjorts dels med att infektera icke salpeterbildande jordar med en mindre kvantitet nitrificerande jord, dels med att tillföra jorden olika ämnen med eller utan infektionsjord. Som infektionsjord har jag ständigt använt en kraftigt salpeterbildande hyggesjord från Jönåkers häradsallmänning i södra Södermanland. För varje höst har ny infektionsjord insamlats och på samma hygge, så att infektionsjordens beskaffenhet varit så likformig som möjligt. Infektionsjordens egen salpeterbildande förmåga har i varje undersökningsserie särskilt bestämts, varför man i de infekterade proven alltid kan ta hänsyn till den salpeter, som bildats av infektionsjorden enbart. Genom att använda hyggesjord har jag hoppats erhålla ett bakteriebestånd, som man kunnat vänta passa för skogsjordar. Proportionen mellan infektionsjord och infekterad jord har i allmänhet varit 1:9, varför i lagringsprov om 100 g använts 10 g infektionsjord och 90 g av den jord, som skulle provas.

Det hade i viss mån varit fördelaktigare för en skarp frågeställning, om för infektion kunnat användas en kultur av salpeterbildande bakterier. Med infektionsjorden tillföres till jorden ej blott ett nytt bakteriebestånd, utan ock vissa näringsämnen. I betraktande av att dessa försök varit av mera orienterande art och att det skulle ha fordrats ett ofantligt arbete att infektera en stor mängd jordprov med renkulturer av salpeterbakterier har jag avstått därifrån. Den använda metoden har emellertid visat sig ägnad att påvisa både i teoretiskt och praktiskt hänseende viktiga egenskaper hos olika jordar och har därigenom, trots sin relativa enkelhet, gjort denna undersökning stora tjänster.

För att pröva huruvida bristen på ett eller annat näringsämne kan

vara orsaken till utebliven nitrifikation ha till jordprov med eller utan infektionsjord satts mindre mängder av för växter i allmänhet viktiga kemiska föreningar såsom CaCO_3 eller andra kalciumsalter, kali- och fosforsyresalter, fullständiga näringslösningar etc. Genom att studera nitrifikationens förlopp i för övrigt lika prov med eller utan tillsats av dylika näringssalter, har dessas betydelse kunnat studeras.

10. Analysresultatens angivande.

Vid studiet av de analystabeller som åtfölja denna avhandling, må följande observeras.

1. Analyserna äro beräknade dels med hänsyn till jordens vikt efter torkning vid 98°C , dels med hänsyn till humushalten (i regel bestämd såsom glödförlust).

De förra värdena kallas direkta, de senare omräknade.

2. Ammoniak- och salpeterhalterna äro angivna såsom milligram kväve pr kg jord efter torkning vid 98°C eller pr kg humus (i regel bestämd som glödförlust).

3. Ammoniak- och salpeterkoefficienterna ange den procent av jordens totalkväve, som föreligger i form av ammoniak eller salpeter.

Betydelsen av dessa olika bestämningar ligger däruti att olika jordar lättare kunna jämföras med varandra med hänsyn till omsättningsprocesserna.

Följande beteckningar ha använts i analystabellerna:

Totalkväve	$= N_{\text{tot}}$
Assimilerbar kalk	$= \text{CaO}_{\text{ass}}$
Total kalkhalt	$= \text{CaO}_{\text{tot}}$
Ammoniakkväve	$= \text{Am-N}$
Salpeterkväve	$= \text{S-N}$
Salpeterkväve efter infektion	$= \text{S-N}_{\text{inf.}}$
Ammoniakoefficient	$= \text{Am-N}_{\text{koeff.}}$
Salpeterkoefficient	$= \text{S-N}_{\text{koeff.}}$
Infektionsjord	$= \text{Inf. jord}$
Tre månaders lagring	$= 3 \text{ mån. l.}$
Glödförlust	$= \text{Glödf.}$
Procenter, beräknade med hänsyn till jordens totalvikt, (torkad vid 98°), betecknas	dir.
Procenter, beräknade med hänsyn till jordens humushalt, betecknas	omr.

KAP. V. Nomenklatur.

Det ligger i sakens natur, att nomenklaturen inom en så ung vetenskap som markläran ännu skall vara osäker och svävande. Härtill bidrager det komplicerade i de problem, som studeras. Osäkerheten kanske

belyses bäst av de försök, som i senaste tid gjorts för att åstadkomma en fastare terminologi. Vid den nordiska jordbruksforskarekongressen i Köpenhamn år 1921 tillsattes en särskild kommitté för nomenklatur och klassifikation⁹ av jordarter och jordmåner, som vid följande kongress i Göteborg 1923 redogjorde för sina överläggningar och förslag. Ordföranden i kommittén, B. FROSTERUS (1923), framhåller i redogörelsen för dess arbeten, att av den förda diskussionen, i vilken även andra än kommittéledamöter deltog, framginge, att förslagen ännu icke kunde betraktas som slutgiltiga. Meningarna hade i många punkter varit allt för delade. Enligt min mening är detta icke att beklaga. Många av marklärans problem äro alltför outredda för att våra föreställningar skola fastlåsas vid vissa termer. Marklärans viktigaste uppgift är ännu att söka klargöra de processer, som försiggå i marken. Allt efter som denna kunskap framskrider, bör terminologien utvecklas och företeelserna systematiseras. En formellt klar och fast utbildad terminologi kan annars lätt bli till en fara för en sund vetenskaplig utveckling. Exempel härpå äro icke svåra att framdraga. Faran ligger närmast däri att om en företeelse erhåller ett vackert namn, detta ofta betraktas som om den därmed vore klarlagd. Utan att själv vilja göra anspråk på att komma med några fullt definitiva förslag — terminologien bör ändras allt efter som känndomen om företeelserna framskrider — har jag i flera fall ej kunnat ansluta mig till den nämnda kommitténs förslag (se FROSTERUS 1921). Jag har därför i denna avhandling använt flera termer i annan betydelse och omfattning än nämnda kommitté, vilket framgår av följande redogörelse för den av mig använda nomenklaturen.

Ford (jordar): lös, av organiska eller oorganiska beståndsdelar sammansatt massa, som bildats på jordens yta (motsats berg). Överensstämmelse med kommitténs förslag.

Fordart: geologisk avlagring med lös struktur, motsats berg. Överensstämmelse med kommitténs förslag.

Fordmån: den del av jordskorpan, som genom klimatets direkta och indirekta påverkan blivit förändrad, så att den såväl kemiskt som fysikaliskt avviker från underlaget. Klimatets indirekta påverkan sker huvudsakligen genom vegetationen. Kortare definition än kommitténs.

Mark: den av atmosfären (eller hydrosfären) direkt berörda delen av en bergart eller jordart, där vegetationen har eller kan hava sitt fäste. Överensstämmelse med kommitténs förslag.

Förna: de oförändrade döda resterna eller avfallsprodukterna ur växt- och djurriket. Denna definition avviker från den av kommittén på SERNANDERS förslag antagna: *de till humus övergående växt-*

och djurresterna i de fasta växtsamhällena, vare sig på torr mark eller i vatten. Orsaken till att jag ej kunnat ansluta mig till detta förslag är följande. De döda, oförändrade växtresterna ha, som det visas i det följande, en mycket stor betydelse för humusbildningens karaktär, men skilja sig i vissa viktiga avseenden från de växtrester, som redan äro under sönderdelning och hålla på att övergå till humus. För att klargöra förloppet vid humusbildningen är det därför nödvändigt att ha en bestämd term för de oförändrade växtresterna och härför ägnar sig otvivelaktigt bäst den gamla, av SERNANDER och mig använda termen förna. Härtill kommer att i många växtsamhällen, framför allt i arida och varma trakter eller på särskilt torra och varma lokaler i ett humitt klimat, förnan kan sönderdelas utan humusbildning. I likhet med SERNANDER (1918 a) kan man skilja på olika slag av förna med hänsyn till dess ursprung såsom fallförna, markförna, bottenförna, vilket mången gång kan i hög grad bidra till att klarlägga växtsamhällets ekologi.

Humus: sammanfattning av de organiska rester av växter och djur, som införlivats med jordmånen och där äro underkastade omvandlingsprocesser. Denna definition skiljer sig från kommitténs: *humus är en substans, som består av humusämnen*. Då man, framför allt när det gäller skogsmarken eller andra naturliga jordmåner, måste tala om humuslagret, humusskiktet, som innehåller såväl humusämnen (se nedan) som mer eller mindre sönderdelade växtrester, blir det nödvändigt att skapa ett mera kollektivt humusbegrepp. Härtill kommer att de metoder, som för närvarande mest användas för bestämmande av en jords humushalt, nämligen förbränning eller glödgning av jordprover, ej åtskiljer humusämnen och ännu ej fullt humifierade växtrester. Denna definition, som brukades av mig 1917 (se HESSELMAN 1917 a) återfinner man även hos ODÉN (1919, sid. 26), ehuru i något utvidgad form. Även den kemiska beskaffenheten av förnan (se kapp. IX och XI) gör denna definition berättigad.

Humusämnen: gulbrunt till mörkbrunt färgade ämnen av obekant konstitution, som uppstå vid den organiska substansens sönderdelning (i naturen eller på laboratoriet). De visa stor affinitet till vatten och visa, om de icke kunna lösas eller dispergeras i vatten, en tydlig svällning. Det upptagna vattnet kan endast delvis avlägsnas genom avdunstning. Denna liksom följande definition har jag i huvudsak upptagit efter ODÉN (1919, sid. 29 och sid. 31).

Humussyror: sådana humusämnen, som förmå avspalta väteioner och som med starka baser bilda salter under vattenbildning.

Humuslagret eller humustäcket: det mer eller mindre luckra skikt i jordprofilens övre del, som innehåller humus i sådan mängd, att denna i avgörande grad bidrager till dess karaktär. Humushalten kan vara mycket växlande från 80—98 % hos en råhumus till endast 5 à 6 % hos en god mull. I bägge fallen är humushalten av avgörande betydelse för jordens karaktär. Till humusskiktet får, som rimligt är, ej räknas humusortsten eller annan genom humusutfällning påverkad lägre horisont i jordprofilen.

Förmultningsskiktet: det skikt av humustäcket eller humuslagret, som till mycket stor del består av växtrester under sönderdelning.

Humusämneskiktet: det skikt av humustäcket eller humuslagret, vars humus till övervägande del består av färdigbildade amorfa humusämnen.

Som framgår av den följande framställningen är det av största vikt för en klar uppfattning om jordmånsbildningen att särskilja dessa tvenne skikt. De ha i viktiga hänseenden olika egenskaper. Då jag ej funnit skäl (se kap. XIV) att som många tyska forskare skilja på förmultning och förruttelse (Verfaulung och Verwesung) har jag kallat det översta skiktet för förmultningsskiktet, såväl när det gäller mull som råhumus. I analysstabellerna betecknas förmultningsskiktet med *F*, humusämneskiktet med *H*.

Råhumus: av svamphyfer, mycelieträdar eller högre växter (t. ex. bärris) filtartat sammanvävt humuslager, som kan distinkt skiljas från mineraljorden. Förmultningsskiktet ofta mäktigt och alltid filtartat, humusämneskiktet föga blandat med mineraljord.

Mår: löst och luckert, av svamphyfer föga sammanvävt humuslager. Förmultningsskiktet tunt och alltid av mera lös struktur, humusämneskiktet vanligen tunt och föga blandat med mineraljord.

Mull: humuslager av utpräglad klump- eller grynstruktur. Förmultningsskiktet oftast tunt, alltid luckert och ofta med grynstruktur, humusämneskiktet av starkt växlande mäktighet, alltid med grynstruktur och alltid mer eller mindre starkt blandat med mineraljord.

Som av dessa definitioner framgår, har jag lagt huvudvikten vid humusskiktets strukturella egenskaper. Detta var också vägledande för den omnämnda kommitténs definitioner. Genom att särskilja de båda skikten i humustäcket har jag sökt få fram de för olika jordmåner eller humusformer karakteristiska processerna. Till detta återkommer jag emellertid

senare. Ordet mylla har i det allmänna språkbruket en så allmän och vag betydelse, att jag ej vågat taga upp det till vetenskapligt bruk. Dessutom har det en förvillande likhet med mull, som inom skogsmarkslitteraturen fått en pregnant och fast betydelse. Från danskan har jag i likhet med kommittén upptagit ordet mår, ehuru jag måste erkänna, att ordet ej har någon vacker klang i mina öron. Jag skulle gärna vilja ersätta detta med ett vackrare ord av rent svenskt ursprung.

KAP. VI. Översikt av de platser, som varit föremål för undersökning.

För att bättre sätta läsaren in i det undersökningsmaterial, som stått mig till förfogande, meddelas här först en liten översikt av de platser, där undersökningar utförts och där jordprov blivit insamlade. För att underlätta orienteringen bifogas en karta, där så noggrant som kartans lilla skala tillåter, belägenheten av de olika platserna angivits. Den, som mera i detalj önskar studera undersökningen, hänvisas till de speciella beskrivningarna, kap. XV.

I viss mån kan den utförda undersökningen anses representera ett genomsnitt av barrskogsområdet norr om Alperna. Den börjar i söder med Schwarzwald och Böhmerwald, där mellaneuropeiska förhållanden äro rådande, och sträcker sig ända upp till Arjeplog i norr, ej långt från norra polcirkeln. Kartan visar, att desto längre mot norr man kommer, desto tätare ligga i stort sett undersökningspunkterna. Detta är ej någon tillfällighet. Knappast någonstades erbjuda de markbiologiska problemen ett sådant vetenskapligt och praktiskt intresse som i Norrland. Urskogarnas virkeskapital håller nu på att slutavverkas. Marken i dessa skogar befinner sig ofta i ett för föryngringen och skogens tillväxt ogynnsamt skick. En viktig uppgift blir därför att omändra marken och för den skog, som skall efterträda den gamla, skapa så goda utvecklingsbetingelser som möjligt. Marktillståndet försämrar också lättare under ogynnsamma än under gynnsamma klimatbetingelser. Problemet angående omsättningen i humustäcket har därför knappast någonstades så stor betydelse som i Norrlands barrskogsområde.

Så vidsträckt som det område är, inom vilket undersökningarna utförts och jordprov tagits, är dock observationsmaterialet i ett avseende ganska enhetligt. Det härstammar till övervägande del från kalkfattig mark; vittringsjordar, bildade av kalkfattig sandsten eller kalkfattig granit, eller moräner och sandavlagringar av olika geologisk natur, men till väsentlig del bildade av graniter och gnejser. Endast från Jämtland och till någon del från Södermanland finnes observationsmaterial från mera kalkrik mark. Med

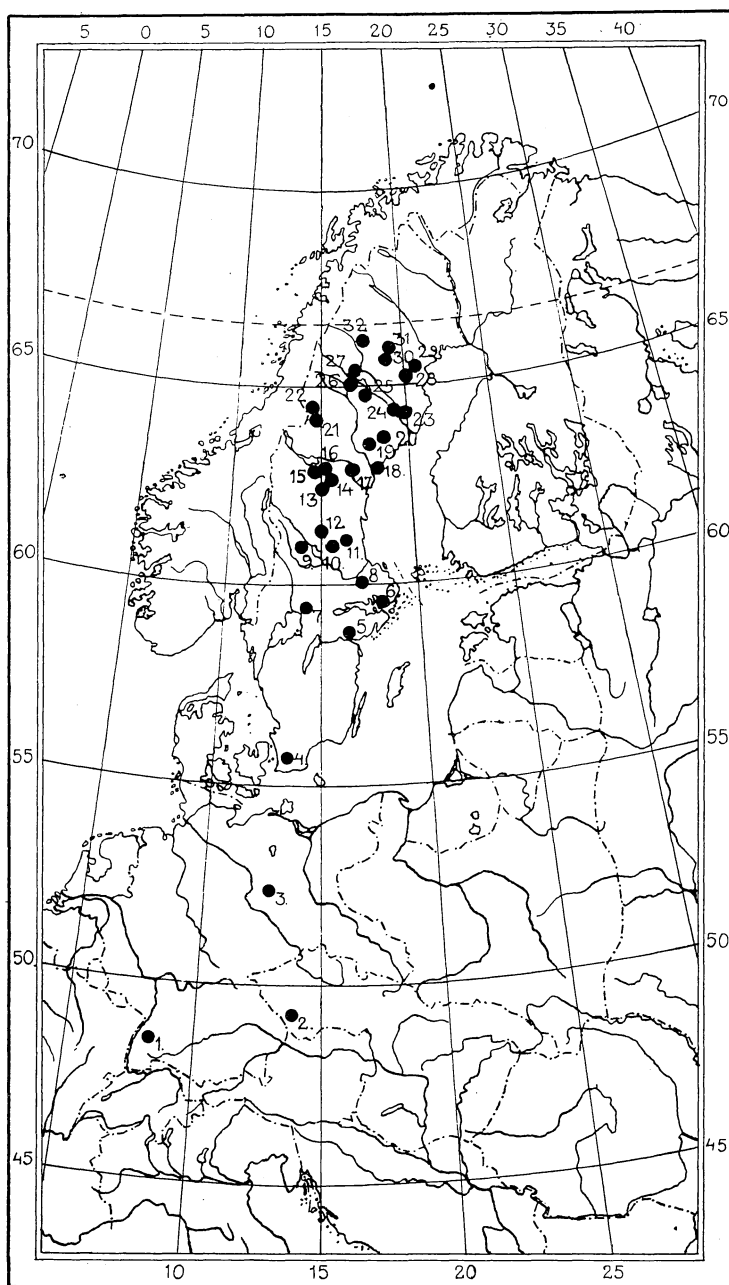


Fig. 3. Översikt av undersökningsplatserna. Förklaring, se texten.
Übersicht über die untersuchten Lokalitäten. Erklärung im Text.

hänsyn till de klimatiska förhållandena, som direkt påverka humusbildningen, förete de undersökta trakterna en stor växling. Utom med hänsyn till sommartemperaturen, som inom ett så stort område måste förete betydande olikheter, råda också andra väsentliga skiljaktigheter. Böhmerwald och framförallt Schwarzwald ha vad man kallar ett mera atlantiskt betonat klimat; i de besökta delarna av Schwarzwald har man en flora, som starkt påminner om västra Norges s. k. Ilexregion. Bärenthoren i Anhalt ligger i ett av Tysklands mera kontinentalt präglade områden. I närheten, trakten av Magdeburg, finnas svartjordsområden. Södra och mellersta Sverige stå på gränsen mellan ett atlantiskt och ett kontinentalt klimat, medan det inre Norrland har ett bestämt drag av kontinentalitet. Med hänsyn till beståndsvårdens utveckling förete de undersökta skogarna en hel rad av olika gradationer från de välskötta bestånden i Schwarzwald och på Bärenthoren ända ner till Norrlands timmerblådade gamla granskogar.

Jag har förut talat om faran för en god vetenskaplig behandling av ämnet av att ha till sitt förfogande ett så pass omfattande och från olika platser insamlat material. Men då undersökningsmetoderna alltjämt varit desamma, bör ett sådant material vara särskilt ägnat att ge en första nödvändig orientering på området.

Härnedan lämnas en förteckning på de platser, som undersökts med hänvisning till specialbeskrivningarna i arbetets senare del.

1. *Württemberg*. Reviren Calmbach och Langenbrand i Württemberg. Gran- och silvergranskogar på kalkfattig brokig sandsten, föryngringsytor i dylika skogar. Sid. 381.
2. *Tjeckoslovakien*. Furst Schwarzenbergs skogsdomäner vid Winterberg (Vimperk) i Tjeckoslovakien. Urskogen på Kubani, kulturskogar med gran, bok och lärk. Sid. 386.
3. *Anhalt*. Godset Bärenthoren. Dauerwaldwirtschaft. Risgödslng. Sid. 388.
4. *Skåne*. Dalby kronopark. Skogsavdelningens gallringsserie i planterad granskog på gammal ljunghed. Sid. 392.
5. *Södermanland*. Jönåkers häradsallmänning. Högproduktiva barrblandskogar av olika ålder. Sid. 396.
6. *Uppland*. Djursholm. Skogsbestånd av ek och klibbal. Sid. 406.
7. *Värmland*. Alkvettern norr om Karlskoga. Skogsavdelningens försöksyta för Wagnerblädning. Sid. 407.
8. *Uppland*. Fiby s. k. urskog utanför Uppsala. Sid. 406.
9. *Dalarna*. Siljansfors försökspark. Olika skogstyper och bestånd under olika behandling. Sid. 411.
10. *Hälsingland*. Voxna. Gallringsytor i tallskog. Sid. 408.
11. *Gästrikland*. Ockelbo. Ett mindre antal växtliga skogsbestånd. Sid. 411.
12. *Dalarna*. Hamra nationalpark i Hamra krpk. Urskog. Sid. 438.
13. *Medelpad*. Haverö socken. Starkt växtliga skogsbestånd å svedjemark. Sid. 438.
14. *Medelpad*. Ånge. Slutna bestånd av gran med rent mosstäckte. Sid. 441.

15. *Jämtland*. Bodsjö. Skogsbestånd å mark med växlande kalkhalt. Sid. 442.
16. *Jämtland*. Bräcke och Stavre. Starkt växtliga granbestånd å kalkhaltig mark. Sid. 446 och sid. 447.
17. *Jämtland*. Bispgården. Gallringsyta i tallskog. Sid. 448.
18. *Ångermanland*. Hemsön. Växtliga skogsbestånd å mark av växlande beskaffenhet Sid. 454.
19. *Ångermanland*. Anundsjö. Bestånd å svedjemarker. Sid. 455.
20. *Ångermanland*. Björna socken. Föryngringshygge. Sid. 459.
21. *Jämtland*. Frostvikens och Hotagens socknar mellan Sjulsåsen och Dunervattnet. Granskogsbestånd av olika ålder och utveckling. Sid. 453.
22. *Jämtland*. Gäddede. Granskogsbestånd och fjällhedar. Sid. 453.
23. *Västerbotten*. Vindeln. Tallhedar av olika beskaffenhet. Sid. 460.
24. *Västerbotten*. Kulbäckslidens försökspark och omgivningar. Skogsbestånd av växlande beskaffenhet. Sid. 463.
25. *Lappland*. Stensele socken. Rönnlidens kronopark. Granskogar med svår råhumus vid Storumans södra sida. Sid. 488.
26. *Lappland*. Stensele socken kring Storuman. Granskogar på starkt råhumusbesvärad mark vid Sakträsket och Gkaskeluokt. Sid. 488.
27. *Lappland*. Stensele socken. Mellan Slussfors och Nordanås. Björkbladdad granskog efter brand. Sid. 493.
28. *Västerbotten*. Jörn. Kalhygge å tallhed. Sid. 478.
29. *Norrbottnen*. Piteå socken. Piteå kronopark. Fagerheden och Rokliden. Tallhedar och gamla granskogar, föryngringsytor. Sid. 478.
30. *Lappland*. Arvidsjaur. Lillberget. Tallhedar. Sid. 493.
31. *Lappland*. Arvidsjaur. Malmesjaur's revir. Tallhedar. Sid. 494.
32. *Lappland*. Arjeppluog. Olika platser kring Hornavan. Skogsbestånd av olika beskaffenhet. Sid. 495.

Siffrorna i vänstra kanten hänvisa till kartan fig. 3.

KAP. VII. Humustäckets reaktionstal (p_H) i olika skogstyper samt dess beroende av beståndssammansättning.

1. Reaktionstalets växling med hänsyn till markskiktet.

Vid all forskning, som avser att utreda markens egenskaper, är det av största vikt att noga iakttaga de olika skikt, som man kan särskilja i varje naturlig jordmån. Göres ej detta, kan man aldrig komma till klarhet om de processer, som försiggå i marken eller komma på spåren orsakerna till olika markers olika egenskaper. Jag måste därför taga bestämt avstånd från en sådan metod, som vid provtagningen använts av t. ex. CARSTEN OLSEN (1921), OLOF ARRHENIUS (1920) m. fl., som upptaga jordprovet till ett och samma djup, t. ex. 5 à 10 cm från markytan räknat. En dylik provtagningsmetod, tillämpad på olika marktyper, för med sig att jämförelsen mellan olika markslag blir missvisande eller

haltande. Man behöver bara tänka på huru olika en mull- och en råhumusprofil gestalta sig. Ett jordprov, taget till 10 cm:s djup i den förra typen, medtager kanske endast det översta mullskiktet, ett lika mäktigt jordprov i den senare typen medtager kanske hela humusskiktet och en del av blekjorden. Det karakteristiska hos olika jordar försvinner, och om de finare processerna i marken får man ingen föreställning. Icke minst när det gäller att studera markens reaktionstal och de faktorer, som påverka detta, är det av vikt att hålla de olika skikten i sär.

I humustäcket i våra barrskogar, men även i våra lövskogar, kan man som förut nämnts (sid. 207) ofta urskilja tvenne skikt, ett övre mera oförmultnat, rikt på ännu osönderdelade växtrester, och ett undre, huvudsakligen bestående av mörka, strukturlösa humusämnen. Det första har jag benämnt förmultningsskiktet, i tabeller betecknat med F, det undre är humusämneskiktet, i tabeller betecknat med H (se sid. 207). I magra tallhedar, på föryngringsytor och stundom även i mulljordar kan det vara mindre lätt att urskilja dessa tvenne skikt, men vanligen äro de tydligt skilda från varandra. En undersökning visar, att förmultningsskiktet vanligen har ett högre reaktionstal än humusämneskiktet. Skillnaden är vanligen icke stor, men följande värden från några vanliga skogstyper, tagna i mera vid begränsning, visa om vilka olikheter det rör sig.

	F	H	Antal observ.	Skillnad
Tallhedar.....	4,24	4,08	(3)	0,130(\pm)0,068
Mossrika tallskogar	4,04	3,86	(13)	0,175(\pm)0,037
» granskogar	4,07	3,96	(31)	0,122(\pm)0,042
» barrblandskogar.....	4,25	4,04	(12)	0,215(\pm)0,077
» barrskogar med lövträd ...	4,84	4,56	(6)	0,287(\pm)0,301

Skillnaderna ligga nära eller inom gränserna för tre gånger medelfelet, men de äro dock så genomgående och så pass stora, att man kan anse en olikhet i p_H mellan förmultnings- och humusämneskikt konstaterad, dock med undantag för den lövträdsblandade barrskogen.

I barrskogens humustäcke är sålunda i regel förmultningsskiktet mindre surt än humusämneskiktet. Detsamma gäller också sannolikt den lövträdsblandade barrskogen. Företeelsen har iakttagits såväl i Schwarzwalds kulturskogar av gran- och silvergran som i mellersta Sveriges och norra Norrlands granskogar, tallskogar eller barrblandskogar. Denna olikhet bör beaktas i samband med andra viktiga skillnader mellan de olika skikten, vilka längre fram närmare omtalas.

Mineraljorden under humustäcket har vanligen ett annat reaktionstal än detta, olikheten är ofta mycket stor. Denna sak har hittills mindre studerats av mig, men följande observationer torde dock förtjäna att omnämnas.

Reaktionstal (pH) i markens olika skikt.

Tallhedar.

	Kulbäcksliden	Hamra	Fagerheden		Voxna	
F	—	—	—	—	—	—
H.....	3,9	3,8	4,0	4,0	3,7	3,7
Blekjörd	4,2	4,1	4,2	—	4,2	—
Rostjörd	5,7	4,6	4,8	4,5	4,8	4,8
Underlag	6,8	—	5,6	5,5	—	—

Mossrika granskogar eller barrblandskogar.

	Kulbäcksliden					
F	—	—	—	4,8	4,0	4,1
H.....	4,6	3,9	—	4,4	3,9	3,9
Blekjörd	5,2	5,2	4,4	6,4	5,3	5,1
Rostjörd	5,8	7,0	6,4	5,9	6,2	6,6
Underlag	6,1	5,9	6,8	5,6	6,4	6,9

	Rokliden	Jönåker				Hamra
F	4,0	4,2	—	4,2	—	—
H.....	3,9	3,7	3,8	—	3,9	3,7
Blekjörd	4,6	4,6	4,9	4,2	4,3	4,3
Rostjörd	4,2	5,8	5,0	4,8 0. 5,4 ^I	5,7	5,2
Underlag	4,5	6,2	5,1	5,7	—	—

Örtrika granskogar med ris.

	Kulbäcksliden				Gäddede Jönåker	
F	—	—	—	—	—	—
H.....	4,3	5,1	—	—	6,1	5,6
Blekjörd	4,0	4,9	3,7	—	6,0	4,4
Rostjörd	5,4	5,3	5,2	—	5,7	4,7 0. 5,5 ^I
Underlag	5,2	—	—	—	—	—

I de typiska podsolprofilerna med råhumustäcke är blekjorden mindre sur än humustäcket, rostjorden än blekjorden och underlaget än rostjorden. Smärre avvikelser kunna dock finnas, såsom i den vid Rokliden undersökta profilen liksom också i n:o 2 i Kulbäcksliden. Det vanliga synes emellertid vara, att i en normal podsolprofil humusämneskiktet är det suraste, överlagrat av ett något mindre surt förmultningsskikt och underlagrat av en mindre sur blekjörd, under vilken surhetsgraden avtager, så att underlaget närmast får neutral reaktion. Avvikelser från denna regel synas förorsakas dels av genom marken från högre nivåer genomsippande

^I Den första siffran avser rostjorden närmast intill blekjorden, den andra rostjordens mera centrala partier.

vatten såsom ofta i örtrika granskogar, dels genom inblandning av lövträd, som höjer humustäckets reaktionstal. Detsamma gäller föryngringsytor. Saken är ännu otillräckligt studerad, men de observationer, som föreligga, visa, att reaktionen ändras mot djupet och i alkalisk riktning, såsom även framhållits av OLOF ARRHENIUS (1920) och KRAUSS (1924) i motsats till CARSTEN OLSEN (1921), som i danska skogsjordar ej funnit någon reaktionsändring mot djupet. För uppfattningen om orsakerna till markens sura reaktion har denna företeelse en stor betydelse, varför jag återkommer till frågan.

För de processer, som försiggå i humustäcket, samt för de där utbredda rötterna är närmast det där förekommande reaktionstalet av betydelse, varför jag övergår till en redogörelse för dettas växling i olika skogstyper.

2. Humustäckets reaktionstal i olika skogstyper.

För den efterföljande framställningen har jag funnit det lämpligast att sammanställa reaktionstalen allt efter skogstypens beskaffenhet och utan hänsyn till den lokal eller geologiska beskaffenheten av den mark, där humusprovet insamlats. De flesta, men ej alla observationerna återfinnas i tab. 3, som torde ge en tillräckligt överskådlig bild såväl över vad som kan anses karakteristiskt med hänsyn till skogstypens reaktionstal som över dess variation. Ett vertikalstreck anger en observation, varför man av småpelarnas bredd kan bedöma, hur pass vanligt reaktionstalet är inom vederbörande typ. Genom att inom varje skogstyp med varandra jämföra bestånd från olika platser med olika klimat och olika geologiskt underlag kan man få en fingervisning om den roll, som dylika faktorer härutinnan kunna spela.

Vid typindelningen kan man draga vidare eller trängre gränser än vad jag gjort. Typbegränsningen är ofta en smaksak eller en fråga om ändamålsenlighet. Den som önskar en annan typindelning, kan göra en sådan med ledning av de i den speciella delen meddelade ståndortsanteckningarna. I föreliggande avhandling har jag i huvudsak använt samma typindelning som CARL MALMSTRÖM (1926) i sin beskrivning av vegetationen inom Kulbäcksliden-Svartbergets försökspark.

Tallhedar. På torr mark utgöres tallskogens markbetäckning i mer eller mindre övervägande grad av gråa, ljusa lavar samt ris. Denna typ, hos oss oftast benämnd tallhed, har som bekant en vidsträckt utbredning och förekommer i olika varianter åtminstone från norra Tyskland i söder till norra Lappland i norr. Tallhedens utseende växlar betydligt inom detta stora utbredningsområde, men många drag äro gemensamma. Humustäcket är ofta i den glesare tallheden så tunt, att förmultnings- och humusämneskikt ej låta sig särskiljas, varför humustäcket vid analyser måste behandlas som ett helt. De viktigaste lavarna och risen åter-

komma som karaktärsväxter inom hela området. Om den speciella karaktären hos de undersökta tallhedarna lämna specialbeskrivningarna kap. XV närmare upplysningar.

Av tabellen nr 3 sid. 216, framgår att reaktionstalet i humustäcket växlar mellan 3,5 och 4,3 och att ett p_H av omkring 4,0 kan anses som mest karakteristiskt. De lägsta reaktionstalen, 3,6—3,7¹, representeras av tallhedarna på Bärenthoren samt en del, delvis ganska produktiva hedar vid Vindeln (Degerfors) i Västerbottens län, de högsta reaktionstalen av en del hedar å Siljansfors försökspark. Flertalet norrländska hedar, däribland även de mera svärföryngrade, ha ett reaktionstal av omkring 4,0. Det lägsta reaktionstalet, 3,5, representeras av en mycket dålig tallhed med tjockt råhumustäcke av ljung å Älvdalens kronopark. En risgödsling av färskt tallris, som förekommer på Bärenthoren och ehuru mera oavsiktligt här och där på norrländska hedar, synes ha någon, fast liten inverkan på p_H ; reaktionstalet förskjutes möjligen något i alkalisk riktning. Rikligare inblandning av björk kan utan att i väsentligare grad förändra den levande markbetäckningen minska surhetsgraden såsom på Fagerheden ända till 4,4, medan en svagare inblandning synes vara av mindre betydelse.

Mossrika tallskogar av Vaccinium-typ. På något fuktigare mark eller där beståndet är mera väl slutet ersättas lavarna i markbetäckningen av mossor, medan risen ännu dominera. I Norrland, där de flesta av mig undersökta mossrika tallbestånden äro belägna, dominera bland risen lingon och blåbär. Humustäcket är mäktigare än i tallheden, förmultningsskiktet låter sig vanligen väl skiljas från humusämneskiktet, det senare är i regel surare än det förra (jmf sid. 212). Skillnaden är visserligen icke stor, men dock beaktansvärd och större än tre gånger medelfelet. Reaktionstalen äro ungefär desamma som i tallhedarna med en variation från 3,6 till 4,7, de flesta observationerna falla inom området 3,8—4,1. Bland de undersökta tallbestånden höra skogsavdelningens provtytor vid Voxna (se sid. 408) och Bispgården (se sid. 448) till de mest produktiva. Deras reaktionstal äro i medeltal.

	Gallrad		Ogallrad	
	F	H	F	H
Bispgården	4,07	4,02	4,07	3,84
Voxna		3,80		3,85

och ligga sålunda ungefär i mitten för den funna variationsserien.

Det högsta reaktionstalet, 4,7, representeras av ett bestånd på en sandterrass nära Bräcke kyrka i Jämtland, där marken för c:a 35 à 40

¹ Även de humusprov, som insändes till mig hösten 1924 från Bärenthoren genom prof. WIEDEMANN, hade reaktionstal av denna storleksordning.

Tab. 3. Humustäckets reaktionstal (pH) i olika skogstyper.
* betecknar föryrngringsyta.

	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0
Tallhed																
F	—	—	—	—	—	—	I	—	II	—	—	—	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	II	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—
F+H	I	II	I	I	—	IIII	III	II	—	*	—	—	—	—	—	—
Tallhed med inspr. björk																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F+H	—	—	—	—	II	I	*	*	I	—	—	—	—	—	—	—
Tallhed med ek F+H	—	—	—	—	—	I	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—
» bok F+H	I	I	I	I	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—
Tallhed med spridda <i>Hylocomium</i> -fläckar F+H	—	—	—	—	—	I	I	—	—	—	I	—	—	—	—	—
Tallhed med <i>Eupteris aquilina</i> F+H	—	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—
Tallhed; under multnande ris																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—
F+H	—	I	I	—	II	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mossrik tallskog (<i>Vaccinium</i> -typ)																
F	—	—	I	—	I	IIII	IIII	II	I	I	I	—	—	—	—	—
H	—	I	III	III	II	IIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F+H	—	I	III	IIII	IIII	II	—	III	I	—	—	—	I	—	—	—
Mossrik tallskog (<i>Vaccinium</i> -typ); med inspr. björk																
F+H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mossrik tall-granskog (<i>Vaccinium</i> -typ)																
F	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	—	—	—	—	I	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—
F+H	—	—	I	—	—	—	I	—	—	I	—	—	—	—	—	—
Mossrik granskog (<i>Vaccinium</i> -typ)																
F	—	—	II	I	II	—	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	—	—	II	III	II	—	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F+H	—	II	II	II	—	II*	III	—	—	I*	*	*	*	—	*	—
Mossrik granskog (<i>Vaccinium</i> -typ); med inspr. björk																
F	—	I	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	I	—
H	—	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—
F+H	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—
Sluten granskog och sluten tall-granskog med nästan rent mosställe																
F	—	—	—	I	I	I	—	II	I	III	—	—	I	I	—	—
H	—	I	I	—	III	—	I	II	—	II	—	—	—	—	—	—
F+H	—	—	—	I	—	—	—	—	III	III*	*	I	—	**	—	—
Granskog utan levande markbetäckning																
F	—	—	—	—	—	—	—	I	I	—	—	—	—	—	—	—
H	—	—	I	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F+H	—	—	—	—	—	—	I	I	—	III	I	I	—	—	—	—
Planterad silvergranskog med nästan rent mosställe																
F	—	—	I	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	—	I	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F+H	*	—	—	—	—	*	—	***	—	—	—	—	—	*	—	—
Mossrik tall-granskog (<i>Dryopteris</i> -typ)																
F	—	—	—	—	—	—	—	I	I	I	—	—	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	—	—	II	—	I	—	—	—	—	—	—
F+H	—	—	—	—	—	I	I	—	—	—	III	—	—	—	—	—
Mossrik tall-granskog (<i>Dryopteris</i> -typ); med inspr. björk																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	—	—	I	I	—	—
H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	I	—

* bezeichnet Verjüngungsfläche.

14. *Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt. Häft. 22.*

Tab. 3 (forts.)

	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0
Mossrik granskog (<i>Dryopteris</i> -typ)																
F .....	—	—	—	—	—	—	||	—	* |	|	|	|||	—	—	—	—
H .....	—	|	—	—	|	|	—	||	|||	|	—	|	|	|||	—	—
F + H .....	—	—	|	—	||	—	|	||| *	|||	|||	|| *	| *	***	|	—	—
Mossrik granskog (<i>Dryopteris</i> -typ); med inspr. björk																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H .....	—	—	—	—	|	—	—	—	|	—	—	—	—	—	—	|
F + H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	||	—	—	—	—	|	|
Mossrik tall-granskog med ris och örter (<i>Anemone hepatica</i> -typ)																
F + H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	|	—	|	—	—
Mossrik tall-granskog m. ris o. örter (<i>Anemone hepatica</i> -typ); inspr. björk																
F + H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mossrik granskog m. ris o. örter (<i>Anemone hepatica</i> -typ)																
F .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	|	—	—	|	|
H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	||	|||	|
F + H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	|||	||
Mossrik tallskog med ris och örter (<i>Geranium</i> -typ); inspr. björk																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	|	—	—	—	—	—
Mossrik granskog med ris och örter (<i>Geranium</i> -typ)																
F .....	—	—	—	—	—	—	|	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	|	—	—	—	—	|	—	—
F + H .....	—	—	—	—	—	—	—	|	||	—	—	||| *	||	*	—	—
Mossrik granskog med ris och örter (<i>Geranium</i> -typ); inspr. björk																
F + H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	|	—	—	—
Mossrik granskog med ris och höga ormbunkar																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Örtrik tallskog																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F + H .....	—	—	—	—	—	—	|	|	—	—	—	—	—	—	—	—
Örtrik granskog																
F + H .....	—	—	—	—	—	|	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Löväng																
H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F + H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	|	—
Lunddäld																
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	||	—	—
F + H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Blandskog av gran och lärk (med <i>Oxalis</i>)																
F + H .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	|	—	—	—
Blandskog av gran, silvergran och bok (med örter)																
F + H .....	—	—	—	—	|	—	—	|	—	—	|	—	—	|	—	—
Blandskog av gran, silvergran, tall och bok (utan fält- och bottenskikt)																
F .....	—	—	—	|	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H .....	—	|	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F + H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—

3,5 3,6 3,7 3,8 3,9 4,0 4,1 4,2 4,3 4,4 4,5 4,6 4,7 4,8 4,9 5,0

[illegible]

år sedan övergått av eld (jmf sid. 446). Till detta bestånd återkommer jag längre fram (sid. 357).

Liksom på tallhedarna synes även här risgödsling ha benägenhet att förskjuta reaktionstalet i alkalisk riktning. I de gallrade tallbestånden vid Bispgården är p_H under riset 4,5 och 4,4, vilket gent emot det övriga humustäcket antyder en förskjutning av p_H på ej mindre än c:a en halv enhet.

Mossrika granskogar av Vaccinium-typ ha med hänsyn till markbetäckningen stor likhet med den mossrika tallskogen. I Skandinavien har humustäcket oftast råhumuskaraktär, förmultningsskikt och humusämneskikt låta sig vanligen väl urskiljas. Till denna typ har jag fört samtliga de granbestånd, där bärrisen, blåbär, lingon etc. spela en större roll, medan örterna äro tillbakaträngda. Typens begränsning gent emot de mera örtrika granskogarna måste dragas mera godtyckligt; hur jag begränsat typen framgår närmast av redogörelsen för den örtrika granskogen.

Reaktionstalen i den mossrika granskogen skilja sig föga från dem i den mossrika tallskogen. Variationen är densamma och sträcker sig från 3,6 till 4,4, men de flesta observationerna falla inom området 3,9 — 4,0. Reaktionstalen hos granskogarna kring Stor-Uman — t. ex. å Rönnlidens kronopark — vilkas föryngring i hög grad försvåras av ett tjockt råhumustäcke (se sid. 488) ligga omkring 3,6 à 3,7 och de alldeles exceptionellt mäktiga råhumuslagren på den lilla Suodasholmen i Hornavan (se sid. 495) c:a en mil från Arjepluogs kyrkoby ha ett reaktionstal växlande mellan 3,6 och 3,5. Vegetationen är där hedartad med låg gran och låg björk. Något mindre sura äro råhumuslagren i de svagt växtliga skogarna på krpk. Kulbäcksliden med i medeltal 3,9 i förmultnings- och humusämneskikten.

I urskogen på Kubani i Böhmerwald i Tjeckoslovakien finns ett mindre rent granbestånd av *Vaccinium*-typ, där humustäcket har utpräglad råhumuskaraktär. Dess reaktionstal är 4,1, alltså så gott som detsamma som i Norrlands granskogar på kalkfattig grund. Den mossrika tall- och granskogen av *Vaccinium*-typ har samma reaktionstal som granskogen.

Se vi tillbaka på de skildrade skogstyperna är det gemensamma draget hos dem att i fältskikten risen äro dominerande. Bland risen märkas på torrare och mera solöppen mark huvudsakligen ljung, på fuktigare eller mera beskuggad blåbär, lingon och i vissa delar av landet kråkris. I själva markbetäckningen förhärskar antingen lavar, *Cladina*- och *Stereocaulon*-arter, såsom på tallhedarna, eller mossor, i första rummet *Hylocomium parietinum*, *H. proliferum*, *Hypnum crista castrensis*, *Polytrichum*-

och *Dicranum*-arter i de mossrika barrskogarna. Örterna äro starkt tillbaka-trängda och spela en underordnad roll. *Trientalis europæa*, *Majanthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *M. silvaticum*, *Goodyera repens*, *Listera cordata*, *Oxalis acetosella* förekomma på sin höjd enstaka. *Deschampsia flexuosa* är däremot vanlig. De skildrade beståndstyperna motsvara närmast CAJANDER's *Calluna*-, *Vaccinium*- och *Myrtillus*-typer, ehuru med ett starkare uteslutande av de örtrikare varianterna än vad denna och andra finska författare pläga göra.

Barrskogar med rent mosstäcke eller utan levande markbetäckning. I södra och mellersta Sverige samt i Norrland upp till Jämtland och södra Ångermanland är granskogen och barrblandskogen, mera sällan tallskogen, ofta så väl sluten, att markbetäckningen utgöres av ett rent *Hylocomium*-täcke eller också endast av multnande barr och annat växtavfall. Mellersta Europas kulturbarrskogar tillhöra ofta denna typ. Barris och örter förekomma ytterst sparsamt eller saknas. Att utan vidare föra dem till de förut nämnda, mera risrika typerna eller till de nedan skildrade mera örtrika, synes mig vara både orätt och omöjligt. Då de dessutom höra till våra mera produktionskraftiga bestånd, förtjäna de såväl skogsmannens som skogsbiologens alldeles särskilda uppmärksamhet.

Humustäcket i de välskötta granskogarna i Schwarzwald (Calmbachs och Langenbrands revir, sid. 381) är löst, luckert, mårartat, föga eller icke alls sammanvävt av svamphyfer. Markbetäckningen utgöres förutom av barr, grenavfall etc. av ett tunt mosstäcke av *Hylocomium proliferum* samt något *H. loreum* och *H. parietinum*. Förmultnings- och humusämneskikt låta sig väl urskiljas, det förra har ett p_H av 3,8, det senare av 3,6. Liknande reaktionstal, nämligen 3,9 i såväl förmultnings- som humusämneskikt, återfinner man i den väl slutna granskogen i den s. k. Fiby urskog i Uppland, ej långt från Uppsala.

Högre reaktionstal utmärka humustäcket i Lanforsbeståndet under Alkvettern i Värmland, där skogsavdelningen har en av sina vackraste och intressantaste föryngringsytor; detsamma gäller flera granbestånd i Västra Medelpad, där markens kalkhalt torde vara något högre än som motsvarar den ordinära urbergsmoränens. I Lanforsbeståndet rör sig reaktionstalet omkring 4,3; i granbestånd nära Ånge i Medelpad har förmultningsskiktet ett så högt reaktionstal som 4,8 och humusämneskiktet 4,3, båda ovanligt höga.

Nära de rena mossrika granskogarna stå de *slutna blandskogarna av tall och gran med rent mosstäcke*. De ha i det närmaste samma markbetäckning, som utmärker den mossrika granskogen. Humustäcket och markprofilen skilja sig föga från dennas. Reaktionstalen visa i det föreliggande materialet ungefär samma värden som i den rena slutna granskogen. De

vackra och produktionskraftiga barrblandskogarna i Jönåkers häradsallmänning i södra Södermanland, bekanta genom SCHOTTES (1912, 1921) undersökningar, synas ha ett jämförelsevis högt tal i förmultningsskiktet, 4,2—4,4, medan humusämneskiktet nära överensstämmer med granskogens 3,8 à 3,9. Barrblandskogarna på Siljansfors försökspark ha ock jämförelsevis höga reaktionstal, 4,0—4,4 i förmultnings- och 3,9—4,2 i humusämneskiktet.

I det föreliggande observationsmaterialet representeras granskogar utan levande markbetäckning av planterade bestånd på Dalby kronopark och bestånd på dikad myr å Hemsön nära Härnösand. I båda fallen rör det sig om rätt höga reaktionstal, 4,1—4,6 i Dalby kronopark, 4,2—4,3 på Hemsön; humusämneskiktet i de senare bestånden är inblandat med torv från myren och därför av mindre intresse i detta sammanhang.

De rena silvergranskogarna å Schwarzwalds brokiga sandstensområde ha i humustäcket i det närmaste samma reaktionstal som den rena granskogen; de observerade värdena äro i förmultningsskiktet 3,7 och 4,1, i humusämneskiktet 3,6 och 4,0 (se vidare sid. 384). I båda de undersökta bestånden är humustäcket tunt, löst och mårartat samt endast överdraget med ett tunt och glest mosstäcke.

Mossrika barrskogar med ris och örter. Gränsen mellan de risrika, förut skildrade och de mera örtrika barrskogstyperna är tämligen villkorlig och godtycklig. I de risrika typerna, i den omfattning de här tagits, träffar man nästan alltid enstaka örter och även i mera starkt råhumusbesvärad mark kan man stundom finna en för mull så karakteristisk växt som *Oxalis acetosella*, ehuru i smärre och mera spridda exemplar. Vad som konstituerar skillnaden mellan de mera rent risrika och de mera örtrika typerna blir sålunda den roll, som örterna spela i markbetäckningen, sålunda en fråga om frekvens- och täckningsgrad. Då beståndets slutet inverkar på örternas uppträdande, kan det ej sällan bli vanskelig att avgöra om ett visst bestånd skall föras till den mera örtrika eller den mera rent risrika typen. Men även i den serie beståndstyper, som kunna föras till de mera örtrika, är det stundom svårt att på ett objektivt sätt urskilja och karakterisera de olika typerna, detta delvis av samma anledning, som gör det vanskligt att mot varandra begränsa den ört- och risrika typen. Beståndets slutenhet utövar alltid ett inflytande på växttäcket. I den tabell, där jag låtit sammanställa mina observationer över reaktionstalen i humustäcket, har jag givit en ganska vid omfattning åt begreppet örtrika gran- och tallskogar. Emellertid torde det vara lämpligt att åtminstone tillsvidare i avseende på gran- och barrblandskogar urskilja följande undertyper.

1. Risrika gran- och barrblandskogar med lågvuxna örter såsom *Oxalis acetosella*, *Dryopteris Linnæana*, *Anemone nemorosa* m. fl.

2. Risrika gran- och barrblandskogar med mera högvuxna örter såsom *Geranium silvaticum*, *Mulgedium alpinum*, *Aconitum septentrionale*.

Den förstnämnda typen torde närmast motsvara vad CAJANDER benämner *Oxalis*-typen men synes mig böra med hänsyn till det föreliggande materialet uppdelas i åtminstone två undertyper, nämligen:

a. *Dryopteris*-typen utmärkt av sådana växter som *Oxalis acetosella*, *Dryopteris Linnæana*, *Anemone nemorosa* samt mera riklig förekomst av *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europæa*.

b. *Hepatica*-typen utmärkt av *Anemone hepatica* och andra mera mullfordrande växter som *Fragaria vesca*, *Lathyrus vernus*, *Veronica officinalis*, *Vicia sepium* etc.

I den förra typen förekomma oftast endast de vanliga skogsmossorna, *Hylocomium parietinum* och *H. proliferum*, i den senare blir *Hylocomium triquetrum* vanligare. Någon sträng skillnad mellan de båda typerna finns ej, de äro förbundna med varandra genom övergångsformer, men i sina mera utpräglade varianter äro de väl skilda. *Hepatica*-typen förekommer i synnerhet i det kalkhaltiga Jämtland i mer utpräglade och fordrande varianter, som om man så vill kunna uppställas som en tredje undertyp.

Den örtrika granskogstypen med högvuxna örter kan delas i tvenne typer. Den ena mer utbredda och till synes mindre fordrande utmärkes av *Geranium silvaticum*, en del ormbunkar som *Athyrium Filix femina*, *Dryopteris spinulosa* och *austriaca*, i Norrland *Mulgedium alpinum*. Denna typ är mycket utbredd inom Norrlands vidsträckta skogsområde.

Den andra, mera fordrande typen utmärkes av att jämte nyssnämnda växter även *Aconitum septentrionale* uppträder i höga, frodvuxna exemplar. Artrikedomen är ofta mycket stor och ofta större än i den första typen; örterna nå en synnerligen frodig utveckling. Sin yppigaste utbildning når denna typ inom Jämtlands siluområde. Humuslagret är ofta mullartat, mosstäcket mera löst och åtminstone delvis bestående av mullälskande arter.

Åtminstone från Dalarna i söder finns i norra Sverige i det stora hela ett gemensamt drag i de örtrika typernas sätt att uppträda. De gynnas av friskt genomsippande vatten, varför de få sitt naturliga hemvist på lidernas sluttningar. Medan den torra eller av mera stagnerande vatten genomfuktade skogsmarken i regel har en mera artfattig och enformig markbetäckning av lavar eller mossor och ris, uppträda genast örter, så fort marken lutar, så att vattnet blir mera rörligt. Örtrikedomen är mycket beroende av vattentillgång och vattnets rörelsehastighet. Den ört- och risrika barrskogen kan därför allt efter växlingarna i markens topografi utan gräns övergå i den örtrika gransumpskogen, vilken bl. a. skildrats

av MALMSTRÖM (1923, sid. 62) i hans avhandling om Degerö stormyr, dels ock i den i synnerhet för Norrland karakteristiska lunddälden, beskriven bl. a. av GREVILLIUS (1894) och HESSELMAN (1917). I Jämtlands siluområde med dess mer kalkhaltiga moräner är den örtrika barrskogen i sitt uppträdande mer oberoende av topografien än i det övriga mera kalkfattiga Norrland, liksom också fallet är i södra och mellersta Sverige. Till dessa, i markbiologiskt hänseende viktiga frågor skall jag längre fram återkomma.

I den norrländska barrskogen angiver örtrikedom i markbetäckningen en förskjutning i alkalisk riktning. *Dryopteris*-typens reaktionstal ligger sålunda omkring 4,4, *Hepatica*-typen i Siljansfors har i medeltal av 48 bestämningar reaktionstalet 5,0 (se vidare sid. 432). Gent emot de moss- och risrika gran- eller barrblandskogarna betyda dessa tal en avsevärd förskjutning mot det alkaliska hållet. I östra Jämtland, där moränerna även inom urbergsområdet ofta äro kalkhaltiga, är reaktionstalet ännu högre, såsom i granskogarna eller barrblandskogarna vid Stavre omkring 5,5. Ännu högre tal ha observerats, nämligen 6,6 och 6,9 (se sid. 448).

Vad gran- och barrblandskogar av högörtstypen beträffar är mitt observationsmaterial mindre omfattande, närmast av den anledningen att mina studier koncentrerats på de mera allmänt utbredda och förekommande skogstyperna. Gent emot de risrika visa reaktionstalen en förskjutning i alkalisk riktning, men även här är variationen rätt stor. De i försöksparken Kulbäcksliden—Svartberget observerade värdena variera från 4,1 till 5,3. Variationen är i och för sig ej märklig, då denna skogstyp företer en nästan mosaikartad växling i smått. Högörtstypen med *Aconitum* inom Jämtlands siluområde har av mig ännu ej närmare undersökts.

Örtrika tallskogar höra, åtminstone vad vårt land beträffar, huvudsakligen hemma på av kalk starkt påverkad mark. Något större observationsmaterial föreligger ej från dessa skogstyper, men några observationer må anföras. I Bärenthorens sedan ett flertal år tillbaka genom risgödsling påverkade tallskogar förekomma örtrika typer med mulljord, karakteriserade av jämte ljung sådana växter som *Galium rotundifolium*, *Fragaria vesca*, *Dactylis glomerata*, *Filipendula hexapetala* (se sid. 391). Reaktionstalen ha funnits vara 4,1 och 4,2, vilket betyder, ehuru marken är utpräglad sur, en förskjutning på c:a 0,6 emot det alkaliska hållet, om man utgår från de genom strötaikt devasterade, i närheten befintliga tallbestånden. På Kölsillre ägor i Haverö sn i Medelpad har undersökts ett synnerligen vackert, växtligt tallbestånd på av genomsipprande vatten fuktad mark. I markbetäckningen finnes mycket örter, humuslagret är

mullartat (se vidare sid. 439: 2), reaktionstalet 4,5. I Jönäkers häradsallmanning finnes på urkalk smärre, örtrika tallbestånd (se sid. 402—3: 6—9); reaktionstalen ha funnits vara 5,6, 6,2 ja ända upp till 7,9.

Rena, örtrika granskogar utan ris förekomma endast i ringa omfattning i de av mig undersökta skogsbestånden. Mest anmärkningsvärd är ett högproduktivt granbestånd i Schwarzwald (se närmare sid. 385: 5), vars humuslager är fullt mullartat och med ett reaktionstal av $p_H = 4,0$. Humuslagret är sålunda surt, men i jämförelse med Schwarzwaldbestånden utan örter betyder reaktionstalet en förskjutning i alkalisk riktning. I samband härmed kan erinras om de örtrika tallskogspartierna på Bärenthoren med en mull av 4,1 å 4,2, bland örterna förekommer dock där ljung.

Lövträds inblandning i barrskogen. Det inflytande, som inblandning i barrskogen av lövträd, såsom bok, ek, björk, asp, al, utövar på humustäckets reaktionstal, är vanligen tydlig och påtaglig. Som ett belysande exempel kan anföras en liten observation från Storlundsskiftet invid Kulbäckslidens försökspark. Under en kullblåst men ännu levande gråal har humustäcket förvandlats. Under den kullblåsta kronan är det luckert och mullartat, utanför detsamma finns en för barrskogen normal råhumus. Gränsen mellan de båda humusformerna följer i huvudsak den kullblåsta alkronans form. Under alkronan är humustäckets p_H 5,0, utanför densamma 4,0.

Inblandning av bok i mellersta Europas barrskogar framkallar ofta, men ej alltid, ett mullartat humustäcke, och därmed följer vanligen en förskjutning av p_H i alkalisk riktning. I Schwarzwalds barrskogar är reaktionstalet lågt, omkring 3,6 och 3,8. En svagare bokinblandning kan i äldre bestånd vara utan mera synbar påverkan; exempel härpå lämnar ett blandbestånd å Hengstberg invid Calmbach, där reaktionstalen äro 3,8 och 3,6 eller alldeles desamma som i de rena barrskogarna (se vidare sid. 383). Andra bokblandade barrbestånd visa däremot en påfallande förskjutning i alkalisk riktning såsom å Hirschkopf i reviret Langenbrand (se vidare sid. 385), där p_H är 4,8. I urskogen på Kubani i Böhmerwald har, som förut skildrats, humustäcket under de rena barrskogspartierna råhumuskaraktär med ett p_H av 4,1, i de bokblandade mullkaraktär med reaktionstalen 4,2—4,5. En liknande förskjutning medför inblandning av lärk, som iakttagits framkalla mull med ett p_H av 4,7. Inplanteringen av ek på Bärenthoren har en liknande effekt; i den rena tallskogen utan risgödsling finns ett surt humustäcke med p_H 3,6, under ek mull med p_H av 4,0—4,4. Mera växlande inverkan synes boken ha i Bärenthoren. Under den inplanterade boken finns på många ställen boktorv med ett p_H av 3,5—3,8, men på andra ställen mull med ett p_H av 4,3.

Mer påfallande är den inverkan som inblandning av björk, asp, gråal och liknande träd utövar i Norrlands barrskogar. Humustäcket får ej mullkaraktär, det ligger trots lövinblandningen som ett särskilt skikt eller lager på marken, men blir vanligen mera löst och luckert till konsistensen. Reaktionstalets förskjutning i alkalisk riktning är ofta betydande. Medan humustäcket i de rena barrskogarna har ett p_H av omkring 4,0 eller 4,4 (*Dryopteris*-typen), ligger reaktionstalet hos de lövträdsinblandade mellan 4,5 och 5,0 eller däröver. Variationen är här rätt betydande, vilket ock är förklarligt, då lövinblandningen i markbetäckningen växlar från plats till plats. Mången gång kan man iakttaga en förändring i p_H i nära anslutning till lövfallets riklighet. I de efter skogseld uppkomna björkblandade granskogarna mellan Slussfors och Nordanås vid övre delen av Storuman kunde man sålunda iakttaga att där björkbladsanhopningen var mera obetydlig p_H var 4,1 i förmultnings- och 4,2 i humusämneskiktet, men där den var mera riklig 4,9, respektive 5,2 (se närmare sid. 492: 5 a, b). I de efter skogseld eller svedning uppkomna lövblandade barrskogsbestånden är reaktionstalet nästan genomgående högre än i de rena bestånden. På grund av det föreliggande materialet är det ej lätt att angiva något genomsnittsvärde, då växlingen är stor. Jämför man emellertid med varandra någorlunda jämförbara bestånd, kan man säga att en rikligare lövinblandning förorsakar en förskjutning av reaktionstalet med en halv till stundom närmare en hel enhet i alkalisk riktning.

Lunddälder. Förut har omtalats topografiens och vattenrörelsens inverkan på markbetäckningens artsammansättning och reaktionstal. Det rinnande eller rörliga vattnet påverkar alltid marken så, att örter uppträda i markbetäckningen och reaktionstalet förskjutes i alkalisk riktning. Mest pregnant visar sig detta i lunddälderna, där vattnets inverkan understödes av lövträdsinblandningen. Förut har jag skildrat marken i lunddälden, en mera mullartad humus med livlig nitrifikation (HESSELMAN 1917 a). På Siljansfors försökspark finnas tvenne dylika lunddälder, nämligen kring Stickosäls- och Tibastbäckarna, båda utmärkta av en rik och frodig vegetation, varom närmare upplysningar lämnas å sid. 435. Då utmed bäcken humustäcket växlar allt efter som det blir mer eller mindre påverkat av bäckvattnet eller av lövavfallet, varierar också reaktionstalet. Gent emot humustäcket i den omgivande barrskogen på torr mark iakttar man emellertid alltid en förskjutning i alkalisk riktning. Omkring Tibastbäcken ha 18 bestämningar i medeltal givit reaktionstalet 4,76, omkring Stickosälsbäcken 21 bestämningar 5,37. Nedanför källliknande flöden på Siljansfors försökspark finnas synnerligen vackra och örtrika gransumpskogar (se vidare sid. 433). Reaktionstalen i det

torvliknande humuslagret gå även där, i jämförelse med andra gran-skogar inom området, mera åt det alkaliska hållet; medeltalet av 12 bestämningar var 5,16.

Lövängar. Då de egentliga lövskogarna legat utom ramen för denna undersökning, har jag endast gjort ett fåtal observationer över humustäckets reaktionstal i dylika bestånd. I albestånd utmed Värtans stränder har jag funnit ett p_H av 4,9, i ekbestånden ett stycke från stranden 5,7 och 6,5 (se vidare sid. 406). I den bekanta Dalby hage i Skåne, som har en mera kalkrik jordmån, var reaktionen neutral eller svagt alkalisk, såsom i mull under *Melica nutans* 7,0, under *Carex silvatica* 7,3 och brännässlor 7,9. Även i Vårdsätra löväng nära Flottsund söder om Uppsala var reaktionen nära neutral eller något alkalisk, funna p_H värden äro 6,5—7,1. Det senare jordprovet togs under ett bestånd av brännässlor (*Urtica dioeca*).

De örtrika lundliknande växtsamhällen, som finnas nedanför de tvärranta stupen i de av GUNNAR ANDERSSON och SELIM BIRGER (1912) beskrivna sydbergen, ha också en mark, som mer eller mindre påverkas av genomrinnande vatten; reaktionstalen synas där kunna närma sig neutralpunkten. I lövängen på Lulle Istjakk vid Hornavan har jag sålunda funnit reaktionstalet 6,5 i humustäcket.

Föryngringsytor. I en föregående avhandling har jag påvisat (HESSELMAN 1917 b) att det ökade ljustillträde, som följer med upptagandet i ett bestånd av en föryngringslucka eller annan större föryngringsyta i vissa typer framkallar en förändring i omsättningen i marken. Ofta inträder härigenom en mer eller mindre livlig nitrifikation, medan denna process saknats, så länge beståndet varit slutet. Denna förändring i omsättningen synes i regel vara förenad med en förskjutning av p_H i alkalisk riktning. Storleken av denna förskjutning växlar mycket allt efter ingreppets art och skogstypens beskaffenhet, varför företeelsen kommer att särskilt behandlas i ett kapitel om huggningarnas inflytande på markens humustäcke (se även tab. 3).

Kasta vi nu en återblick på de vunna resultaten, kunna de lämpligen sammanfattas på följande sätt:

På mark, som bildas av kalkfattiga bergarter såsom graniter, gnejser, porfyrier, kalkfattiga sandstenar, har barrskogens humustäcke en utpräglat sur reaktion.

Där marken ej erhåller något särskilt vattentillskott från omgivande marker, och där markbetäckningen till övervägande del består av bärris och mossor, varierar reaktionstalet i humustäcket inom ganska snäva gränser, 3,6—4,3. Det översta skiktet, förmultningsskiktet, är mindre surt än det underliggande humusämneskiktet. Ett tunt, luckert, lätt sönderdelat

humustäcke kan ha samma eller t. o. m. lägre p_H än ett tjockt, segt, för skogen besvärande humustäcke (Schwarzwald, Lappland).

Där marken fuktas av från omgivningen kommande, genom-sipprande vatten blir markbetäckningen mer eller mindre ört-rik. Reaktionstalet visar då en förskjutning i alkalisk riktning och har i *Dryopteris*-typen ett värde av omkring 4,4, i *Hepatica*-typen omkring 5,0.

Inblandning av lövträd i barrskogsbeståndet (björk, asp, al, sälg, rönn, ek, bok) medför vanligen en förskjutning av p_H i alkalisk riktning. Storleken av denna förskjutning växlar bl. a. efter lövfallets större eller mindre riklighet.

I kalkrika trakter förskjutes reaktionstalet i barrskogen i alkalisk riktning, dock är även i dylika trakter reaktionen i barrskogens humuslager i regel sur.

Ökat ljustillträde genom luckhuggning eller annan föryngringshuggning framkallar i barrskogen en förskjutning av p_H i alkalisk riktning.

Lövskogsmull kan visa en utpräglat sur reaktion, men har i kalkrika trakter visat sig kunna ha neutral eller t. o. m. svagt alkalisk reaktion.

3. Översikt över egna och andra forskares undersökningar angående skogsmarkens reaktionstal.

För en vidare diskussion om skogsmarkens reaktionstal och deras betydelse torde det emellertid vara av vikt att även anföra de resultat, till vilka andra författare kommit i hithörande frågor. Det har länge varit bekant, att skogsmarken i regel har sur reaktion, men då metoderna att bestämma surhetsgraden eller reaktionstalet först i senare tid kommit till någon större fulländning, föreligga ännu på detta område endast mera spridda undersökningar. Några författare ha emellertid med moderna metoder studerat skogsmarkens reaktionstal, antingen i samband med andra undersökningar eller ha de mera direkt inriktat sig på hithörande spörsmål. Bland dessa kunna följande nämnas, nämligen ADAMSON (1922), O. ARRHENIUS (1920, 1922), BRENNER (1922, 1924), CLARKE (1924), CHODAT (1924), GAARDER och HAGEM (1921), KRAUSS (1924), BARRINGTON MOORE (1922), P. E. MÜLLER (1924) NĚMEC & KVAPIL (1924) C. OLSEN (1921), OSVALD (1924), RAUNKLÆR (1922), WEIS (1924), WHERRY (1922).

Det föreliggande observationsmaterialet erbjuder, vilket ligger i sakens natur, ganska stor växling, men vissa genomgående drag låta sig dock

skönjas, vilka i samband med mina egna undersökningar tillåta vissa allmänna överblickar.

Såsom förut nämnts har man länge vetat, att skogsmarken vanligen har en mer eller mindre utpräglad sur reaktion. Detta framgår nogsammt av en del tidigare, med enklare medel utförda undersökningar t. ex. av WEIS, HESSELMAN. Även det förhållandet att *Asotobakter*, som i mera neutral mark är en ganska allmänt förekommande jordbakterie, i skogsmark är mycket sällsynt, även i utpräglad mulljord, talar härför (jfr t. ex. WEIS & BORNEBUSCH 1915). För ett mera rationellt diskuterande av de med moderna metoder gjorda p_H -bestämningarna är det emellertid lämpligt att så långt litteraturen tillåter, ordna observationsmaterialet efter de olika skogstyper, i vilka bestämningarna utförts. Vi kunna då lämpligen börja med barrskogar med mer eller mindre utpräglad råhumustäcke.

KRAUSS (1924, sid. 92) fann i råhumus i 100-årig granskog ett p_H av 3,65—3,85, BRENNER (1922, sid. 48) i de finska blåbärsrika eller rena mossgranskogarna 3,5 eller därutöver samt närliggande värden i de ljun- och lingonrika tallskogarna. OLSEN (1921, sid. 78—80) anger för blåbärsråhumus i Danmark ett p_H av 3,5 och 3,9, BARRINGTON MOORE (1922, sid. 236) har i nordvästra Nordamerika på Mt. Desert Island i Maine i barrskogens råhumustäcke funnit ett p_H av 4,0—4,5. RAUNKIÆR (1922, sid. 29, 45, 49) har undersökt de planterade täta granskogarna i Dyrehaven och närliggande trakter norr om Köpenhamn och funnit ett p_H -värde av något över 4,0. O. ARRHENIUS (1920, sid. 82) anger för barrskogar i Stockholms skärgård följande p_H -värden; för blåbärsrik granskog 6,0—5,5, för *Majanthemum*-rik granskog 5,5—5,0, för blåbärsrik tallskog 5,5—5,0, för lingonrik tallskog 5,0—4,5, sålunda värden, som i jämförelse med mina egna och andras undersökningar äro ovanligt höga. Höga reaktionstal för råhumusbildningar anges även av GAARDER & HAGEM (1921, sid. 141—146) såsom från 5,4 ända till 6,3. Såväl i Stockholms skärgård som i västligaste Norge, där GAARDER och HAGEM's undersökningar äro utförda, har man att göra med andra förhållanden än i egentliga skogstrakter. Såsom faktorer, som kunna tänkas inverka på reaktionstalet, kunna nämnas ett mer eller mindre utpräglat maritimt klimat, framförallt i västra Norge, samt i Stockholms skärgård små, på föga mäktig jord växande barrskogsbestånd, starkt påverkade av betning och söndertrasade av yxan. Undanta vi dessa, under mer avvikande förhållanden förekommande skärgårdsbestånd, måste vi säga, att uppgifterna i litteraturen bra nära ansluta sig till mina egna undersökningar. Barrskogens humustäcke har på kalkfattig mark och där bottenvegetationen huvudsakligen utgöres av ris eller mossor ett p_H -värde, som ligger mellan 3,5—4,2

eller något därutöver. De olika skogstyperna äro emellertid i den föreliggande litteraturen icke tillräckligt strängt karakteriserade för att tillåta en jämförelse mellan barrskogsbestånd från olika platser. Ett något rikare uppträdande av örter synes i regeln ange en förskjutning åt det alkaliska hållet, såsom det framgår av mina undersökningar. Detsamma har BRENNER (1922, sid. 48) funnit; han anger i de ört- och ormbunksrika mossgranskogarna en varierande surhetsgrad från 4,5 i mossrika till neutral eller t. o. m. något alkalisk reaktion i mer ängskogsartade samhällen, sålunda värden som stå i god överensstämmelse med mina egna observationer.

Vid studiet av sambandet mellan barrskogstypen och markens reaktionstal bör även observeras det inflytande, som inblandning av lövträd kan utöva. Detta förorsakar, efter vad jag funnit, vanligen en förskjutning i alkalisk riktning. Till samma resultat ha ett par unga tjeckoslovakiska forskare NĚMEC och KVAPIL (1924, sid. 334—350) kommit angående bömiska skogar. Såsom exempel på den förskjutning, de kunnat iakttaga, må anföras några värden från bestånd å sandig lerjord vid Tremosnice, undersökta hösten 1922. I de slutna granskogarnas humustäcke voro reaktionstalen 4,6—4,9, i de slutna lövskogsbeståndens 5,8—5,9 och i de lövträdsblandade barrbeståndens 5,0—5,6. Reaktionstalens förskjutning sammanhänger med graden av lövträdsinblandning.

RAUNKIÆR (1922) har i närheten av Köpenhamn, i Dyrehaven och närliggande skogar, studerat det inflytande, som trädbeståndet i och för sig utövar på markens reaktion i jämförelse med en gräsmatta. Han jämförde marken i planterade skogar med marken i omgivande ängsmark under förhållanden, som gjorde det högst antagligt, att marken på båda ställena ursprungligen varit av samma beskaffenhet. Följande värden från hans undersökningar kunna här meddelas.

Granskog.	Äng.	Diff.	Boskog.	Äng.	Diff.	Ekskog.	Äng.	Diff.
4,03	6,05	2,02	5,26	6,06	0,80	4,87	5,91	1,04
						5,26	6,09	0,83
						5,66	6,05	0,39

RAUNKIÆR (1922, sid. 44) sammanfattar sina resultat sålunda: Skogen gör marken i den ursprungligen med gräs bevuxna marken surare, men i olika grad allt efter som skogen är skugggivande; den ljusa ekskogen gör den minst sur, därpå kommer den mörka boskogen, ännu surare blir marken under ekskog med underväxt av bok, hagtorn, och dylika växter, surast blir marken under den tät slutna granskogen. RAUNKIÆR (1922, sid. 45 och 46) har även med varandra jämfört skogs-

bestånd på samma mark och av samma ålder. Följande siffror må belysa hans resultat i detta hänseende.

Granskog.	Bokskog.	Diff.	Bokskog.	Ekskog.	Diff.
4,01	5,11	1,10	5,29	5,97	0,68

Dessa RAUNKIÆRS resultat överensstämma väl med mina egna. Granskogens mark är surare än lövskogens och skogens över huvud än den öppna marken. Detta senare står i full analogi med den inverkan, som upptagande av ett hygge eller en förnygringslucka utövar på markens reaktion. Även andra undersökningar, utförda av forskare under väsentligt andra klimat- och markbetingelser än i Sverige och Danmark, visa att skogen har en tendens att göra marken sur. Såsom exempel kan anföras att CHODAT (1924, sid. 49) funnit, att granen i Jura på kalkhaltig mark kan i humustäcket frambringa ett reaktionstal av $p_H = 5,5$, medan omgivande betesmarker ha ett p_H av 7 eller 6,7. I andra alpina granskogar på c:a 2000 m ö. h. har han iakttagit ett p_H av 5,0 eller ännu surare mark med ett p_H av 4,6—4,9. Från alpina lärkskogor omnämnas av honom p_H -värden av 4,8. På kalkhaltig mark i kantonen Genève fann CHODAT under ekbestånd svagt sur reaktion, p_H 5,6—6,5 (CHODAT 1924, sid. 671), värden som överensstämma väl med mullens reaktionstal i ekskogarna vid Djursholm. Från England föreliggande liknande erfarenheter angående skogsmarkens reaktionstal. CLARKE (1924) har undersökt en del planterade skogar i närheten av Oxford bestående av *Tsuga albertiana*, *Larix decidua*, *Larix leptolepis*, ek, bok och ask. Bestånden av *Tsuga albertiana* och *Larix decidua* hade en ganska sur mark med ett p_H av omkring 4,0, marken var där surare än på ett mindre bredvidliggande hygge. Även i de andra bestånden hade marken utpräglat sur reaktion, ehuru undergrunden flerstädes var kalkhaltig.

Den engelske botanisten SALISBURY (1922) har i en avhandling behandlat markförhållandena i engelska naturskogor av lövträd. Han finner att humustäcket ofta har sur reaktion, p_H t. ex. 4,8—5,1 (1922, sid. 239) och att surhetsgraden avtager mot djupet. På mark, som är rik på baser, kan motsatsen äga rum, och i kalkrika trakter kan, såsom ADAMSON (1922, sid. 121, 143, 182) påvisat, humuslagret få nästan neutral eller t. o. m. alkalisk reaktion, medan på mindre kalkrik mark reaktionen är sur t. ex. 5,5. Överensstämmelsen med de av mig funna förhållandena är påfallande. Åtminstone förr torde den föreställningen ha varit vanlig, att mullen har neutral eller svagt sur reaktion. Som det framgår såväl av mina som andras undersökningar är det ej ovanligt, att mullen är utpräglat sur. Detta framgår också av en undersökning av WEIS

över de danska bokskogarna (1924, sid. 209), som funnit god bokskogsmull med p_H av 4,0 och t. o. m. därunder. Likheten med den goda mullen i urskogen på Kubani är påfallande.

Man skulle vara frestad att tro, att en för sin sura mark så ofta omtalad vegetationstyp som ljungheden skulle vara vida surare än produktiv skogsmark. Detta tycks emellertid icke vara fallet. I sin senaste stora studie över de danska ljunghedarna meddelar P. E. MÜLLER (1924, sid. 110) några observationer över funna reaktionstal, som i detta samband äro av intresse. Han jämför med varandra marken i ett par produktiva »egekrat» med den typiska ljungheden på »hedesletten» och finner därvid följande tal, som här förtjäna att återgivas, nämligen:

Egekrat	Ljunghed	Egekrat	Ljunghed
3,94	3,86	4,44	4,67
4,54	4,43	4,62	4,63
4,30	4,58	4,62	4,56

Som synes är ljungheden ej surare än ekkrattet, snarare är förhållandet det motsatta. Resultaten stå i god överensstämmelse med några observationer, som jag haft tillfälle att göra.

I fjällhedsråhumus å Brännklumpen invid Gäddede i nordvästra Jämtland (c:a 800 m ö. h.) fann jag p_H -värden från 4,2 till 4,5, sålunda reaktionstal, som träffas i högproduktiva barrskogsmarker. Vegetationen å de undersökta platserna utgjordes av de vanliga fjällrisen, *Arctostaphylos alpina*, *Azalea procumbens*, *Diapensia lapponica*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum*. I Älvdalens socken i norra Dalarna (jmf. ANDERSSON och HESSELMAN 1907) finner man magra, glesa tallskogar med ett tjockt, torvartat humuslager och en tät markbetäckning av ljung; surhetsgraden i humustäcket var p_H 3,5.

Söka vi nu kasta en blick tillbaka på vad som här anförts angående skogsmarkens reaktion, torde följande i främsta rummet vara att beakta.

Skogen har i mellersta och norra Europas och i nordvästra Nordamerikas humida klimat benägenhet att framkalla en sur reaktion i marken. Den sura reaktionen är vanligen starkast i humuslagret, men avtar så småningom nedåt (SALISBURY, förf.). Barrskogen framkallar under för övrigt samma förhållanden en större surhetsgrad än lövskog (RAUNKIÆR), inblandning av lövträd i barrskogen minskar markens sura reaktion (NĚMEC och KVAPIL, förf.). Även på kalkhaltig mark kan reaktionen bliva utpräglad sur (CHODAT, SALISBURY, förf.), men

kalkhalten motverkar dock den sura reaktionen, så att man under gynnsamma förhållanden i skogsmarken kan finna en neutral eller t. o. m. svagt alkalisk reaktion (ADAMSON, förf.).

De reaktionstal, som utmärka den rena barrskogen på kalkfattig mark utan vattentillflöde, variera inom ganska snäva gränser. De stå ej i något direkt samband med humustäckets beskaffenhet, som vid samma reaktionstal kan vara mer eller mindre luckert eller ock utpräglat råhumusartat. De för ett råhumustäcke karakteristiska reaktionstalen kan man även återfinna hos utpräglad mull [mull i danska lövskogar (WEIS 1924), mull i Schwarzwald, Böhmerwald och Bärenthoren (förf.)]. Ökning i ljustillträdet till marken har ofta en benägenhet att framkalla en förskjutning av reaktionstalet i alkalisk riktning (OLSEN 1921, sid. 84, RAUNKIÆR 1922, sid. 52—54, NĚMEC och KVAPIL, förf.). I analogi härmed står, att gräsbevuxen mark har mindre sur reaktion än skogsmark (CHODAT, RAUNKIÆR, förf.).

Av dessa studier över skogsmarkens reaktion framgår, synes det mig, tydligt nog, att reaktionen visserligen kan vara en viktig faktor, men ingalunda av någon under alla förhållanden utslagsgivande betydelse. Mull och råhumus kunna ha samma p_H , en god, högproduktiv bokskog kan ha en utpräglat sur mark, p_H omkring 4,0. Den starkt sura reaktionen (p_H omkring 4,0) utgör ej i och för sig någon ogynnsam eller hämmande faktor, den är tvärtom karakteristisk för många högproduktiva marker. En förskjutning i alkalisk riktning av reaktionen är i de flesta fall av gynnsam inverkan på skogen, medan den utpräglat sura reaktionen först i kombination med andra faktorer blir i högre grad menlig.

För ett vidare inträngande i dessa frågor måste vi först närmare studera de faktorer, som bestämma markens reaktion och göra då början med en del kemiska.

KAP. VIII. Reaktionstalets beroende av humus- och kalkhalt.

Bland de kemiska faktorer, som kunna påverka humustäckets reaktionstal, äro i främsta rummet att nämna halten av organiskt material eller humushalten i vidsträckt bemärkelse samt kalkhalten.

Humushalten har, som omtalats i kapitlet om undersökningsmetoder, bestämts genom glödning av det vid 98° torkade jordprovet, varvid glödförlusten betecknats som humus, eller ock genom förbränning och uppmätning av den bildade kolsyran. Då torv, råhumus och andra utpräglat sura humusformer ha en vida högre glödförlust än de ofta mindre

sura mulljordarna, kunde man a priori vänta sig ett samband mellan reaktion och humushalt i den riktningen, att surhetsgraden skulle förminskas med avtagande glödförlust. I tab. 4 har sammanställts ett

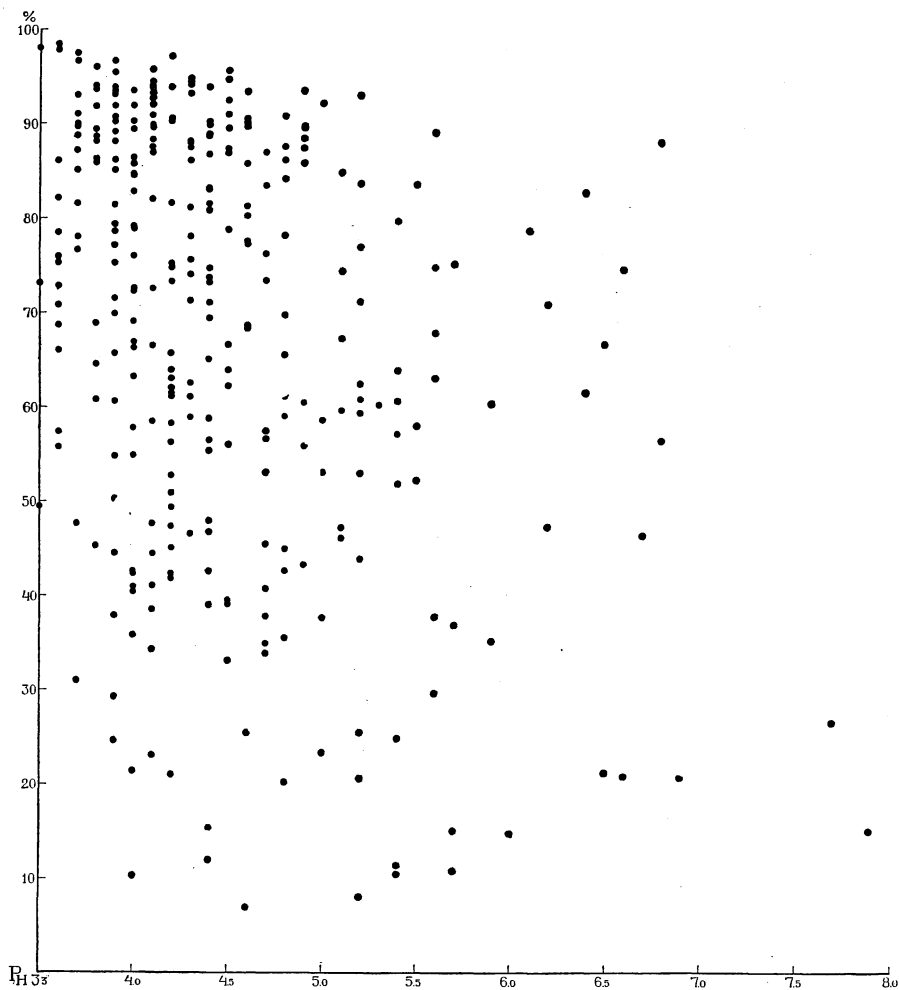


Fig. 4. Sambandet mellan humushalt (glödförlust) och reaktionstal, p_H . Varje prick representerar ett undersökt jordprov (Se tab. 4, sid. 244)

Beziehung zwischen Glühverlust und Reaktionszahl, p_H . (Tab. 4). Einzelbestimmungen.

större antal bestämningar av de undersökta jordprovens glödförlust, ordnade efter jordprovens reaktionstal eller p_H -värden. För att bättre illustrera den stora variationsvidden inom varje särskild p_H -grupp, börjar tabellen med det minsta och slutar med det högsta procenttalet. Som framgår av tabellen är variationen högst betydande, det finnes humus-

fattiga jordar med utpräglad sur reaktion och humusrika med mera neutral. En mera överskådlig framställning av samma sak lämnas i fig. 4. Bildas medeltal av bestämningarna inom varje särskild p_H -grupp om en

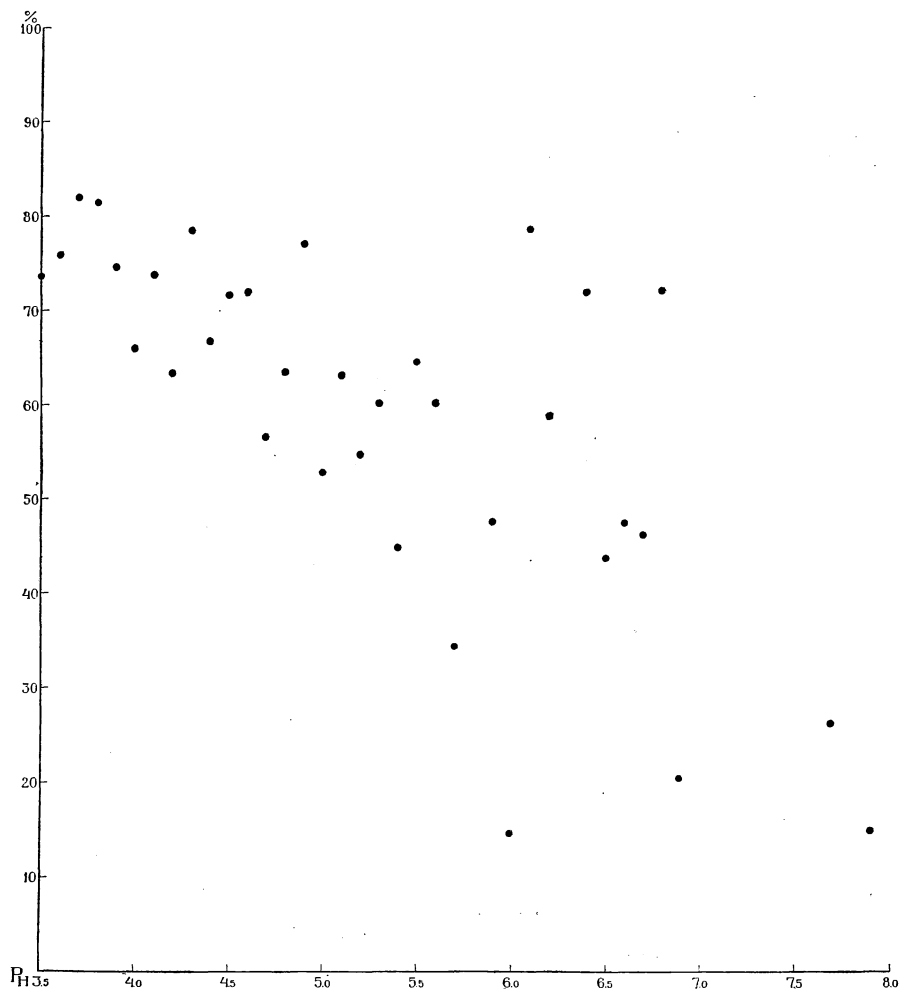


Fig. 5. Sambandet mellan humushalt (glödförlust) och reaktionstal p_H . Varje prick representerar medeltalet för jordprov med samma p_H -värde. p_H -grupper om 0,1. (Se tab. 4, sid. 243).
Beziehung zwischen Glühverlust und Reaktionszahl, p_H . Jeder Punkt repräsentiert die Mittelzahl von Proben mit demselben p_H . (Tab. 4).

tiondels enhet p_H , blir fortfarande variationen betydande (fig. 5). In-
delas jordproven åter i mera vida p_H -grupper om en halv enhet i p_H ,
sålunda 3,5—3,9, 4,0—4,4, 4,5—4,9 etc. framträder ett visst samband
(fig. 6), som dock ej är särdeles strängt (se tab. 5). De surare humus-
formerna äro visserligen i genomsnitt humusrika, men å andra sidan

finnas föga sura humusformer med hög humushalt. Förklaringen till denna växling ligger, som längre fram kommer att visas, delvis i förnamaterialets olikartade beskaffenhet. Men även betingelserna för de kemiska processerna i humustäcket ha säkerligen sin betydelse. I det stora material, som framlägges i figg. 4—6 äro dessa naturligen starkt växlande, då observationerna hänföra sig till skilda klimat och trakter.

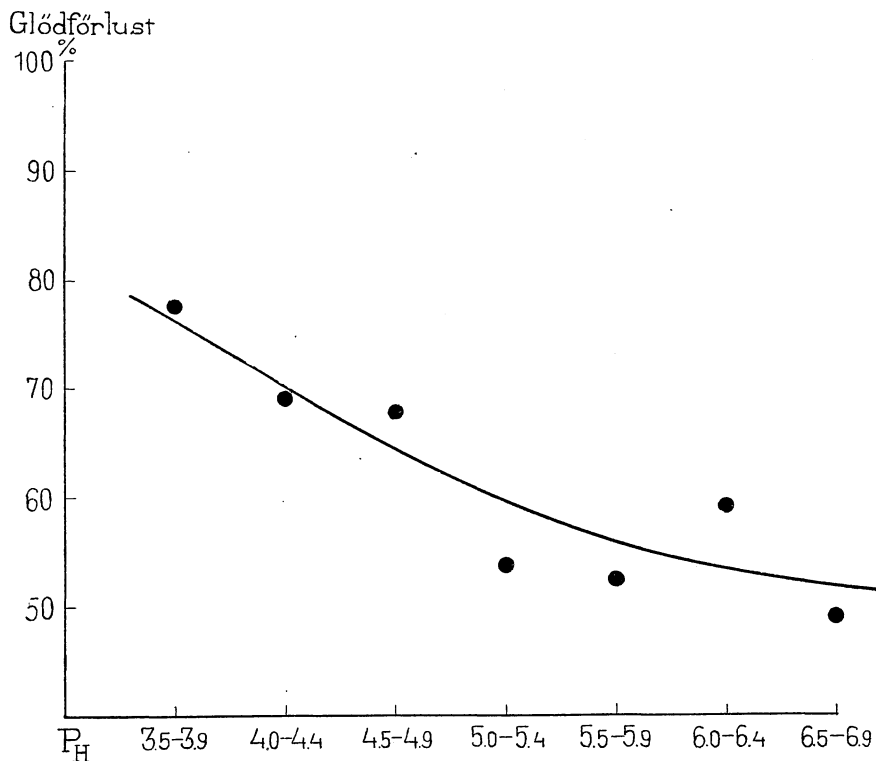


Fig. 6. Sambandet mellan humushalt (glödförlust) och reaktionstal, p_H . p_H -grupper om en halv enhet. (Se tab. 5, sid. 244).

Beziehung zwischen Glühverlust und Reaktionszahl, p_H . Bodenproben in p_H -Gruppen von 3,5—3,9 u. s. w. (Tab. 5).

Under mer enhetliga yttre förhållanden kunde man vänta sig en bättre överensstämmelse. En sådan har t. ex. påvisats av SALISBURY (1922, sid. 228) för skogar med *Eupteris aquilina*.

Mera påfallande ter sig sambandet mellan p_H och halten assimilerbar eller klorammoniumlöslig kalk. Även här är variationen rätt betydande, såsom framgår av tabellen 6, vilken är sammanställd efter samma grunder som tab. 4 och innehåller resultaten av 199 undersökta prov under tiden 1918—1921. Figg. 7—10 illustrera mera åskådligt det samband, som förefinnes. I figurerna äro prov, härstammande från platser, söder

om Stockholm, sålunda mellan Schwarzwald och Stockholm utmärkta med ett \times , norr därom med en \bullet . Inom varje p_H -grupp finnes en rätt betydande variation, men en allmän tendens är tydlig, nämligen att reaktions-talet stiger med halten assimilerbar kalk. Detta framträder särdeles vackert om man ordnar jordproven i grupper med hänsyn till p_H -värdena.

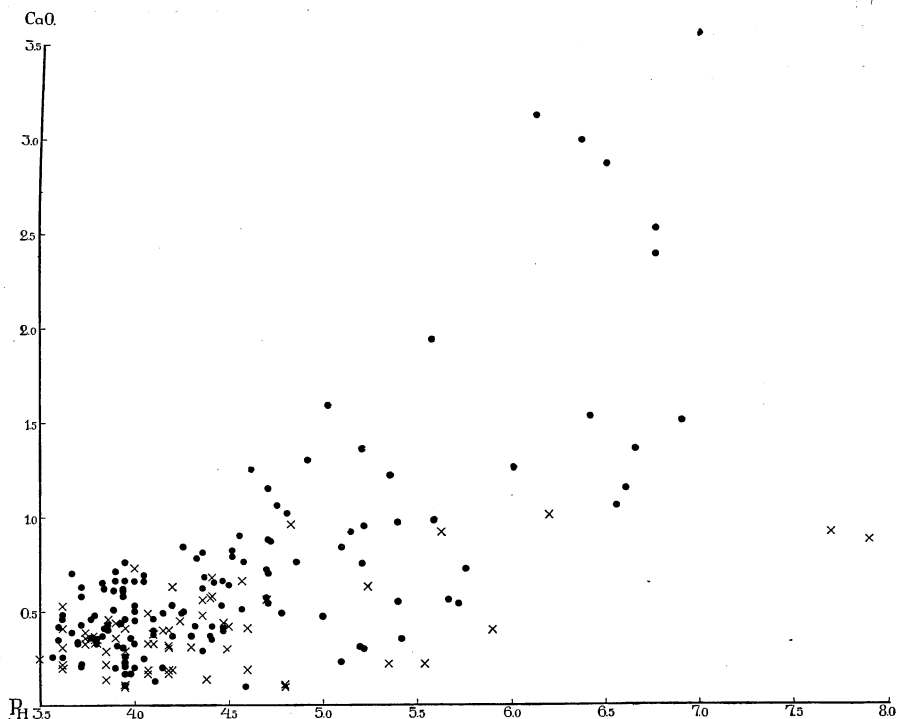


Fig. 7. Sambandet mellan reaktionstalet, p_H , och CaO_{ass} , beräknad i procent av jordprovets totalvikt. Varje prick representerar ett undersökt jordprov. \times jordprov från trakter söder om Stockholm, \bullet norr om Stockholm. (Se tab. 6, sid. 244).

Beziehung zwischen Reaktionszahl, p_H , und Gehalt an CaO_{ass} , berechnet als Prozente vom Gewicht des Bodens. \times Proben südlich von Stockholm, \bullet Proben nördlich von Stockholm. (Tab. 6).

De surare humusformerna, vilka representeras av ett mera omfattande observationsmaterial, ha ordnats i grupper om 0,1 p_H -enheter, sålunda 3,5, 3,6, 3,7 etc.; från och med $p_H = 4,8$, där observationsmaterialet börjar bli mindre rikt, har använts en vidare gruppindelning, nämligen 4,8—5,2, 5,3—5,7 etc., alltså med en klass- eller gruppvidd om 0,5 p_H -enheter. Resultatet återges i figg. 7 och 9, som mera åskådligt illustrera det funna sambandet mellan p_H och halten av assimilerbar eller klorammoniumlöslig kalk. Procenten kalk är beräknad såväl med hänsyn till provets totalvikt som dess glödförlust eller humushalt. Med båda

beräkningsmetoderna framträder sambandet tydligt och vackert, men dock mest strängt, när kalkhalten anges i procent av glödförlusten.

Det material, som ligger till grund för figg. 7—10, härstammar som nämnt från vitt skilda delar av det besökta området eller från Schwarzwald i söder till Lappland i norr. Det kan vara av intresse att härmed jämföra ett observationsmaterial från ett mera begränsat, kalkfattigt område, nämligen Siljansfors försökspark. Såsom framgår av specialbeskrivningen, sid. 412, ha härifrån undersökts humusprov från flera olika

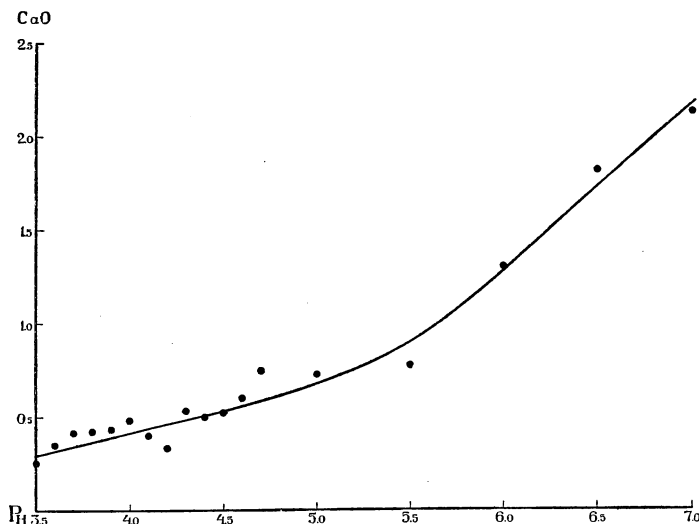


Fig. 8. Sambandet mellan reaktionstalet, p_H , och CaO_{ass} , beräknad i procent av jordens totalvikt. Prickarna representera medeltal för jordprov med samma p_H . p_H -grupper om 0,1 enhet (p_H -området 3,5—4,7) och 0,5 enhet (p_H -området 4,8—7,0). (Se tab. 6, sid. 244).
Beziehung zwischen Reaktionszahl, p_H , und Gehalt vom CaO_{ass} in Prozenten vom Gewicht des Bodens. Bodenproben in p_H -Gruppen von 0,1 Einheit (p_H -Gebiet 3,5—4,7) und 0,5 Einheit (p_H -Gebiet 4,8—7,0) zusammengeführt. Siehe Tab. 6.

skogstyper eller växtsamhällen. I tab. 7, uppställd på samma sätt som tab. 6, finns en sammanställning för 78 olika jordprov. Resultatet är i huvudsak detsamma som i tab. 6; inom varje p_H -grupp finnes en ej obetydlig variation, medan medeltalen visa ett tydligt samband med halten assimilerbar kalk. Tabellen illustreras närmare av fig. 11 och fig. 12; i den senare äro medeltalen beräknade för p_H -grupper om 0,1 p_H -enheter. Kurvans form närmar sig mycket den i fig. 10.

Det finnes tydligen många olika faktorer som påverka humustäckets reaktionstal, såsom förnamaterialets beskaffenhet, de omständigheter, under vilka det sonderdelats, men en mycket viktig faktor är tydligen halten mera löslig kalk. Denna åter beror av många faktorer, såsom

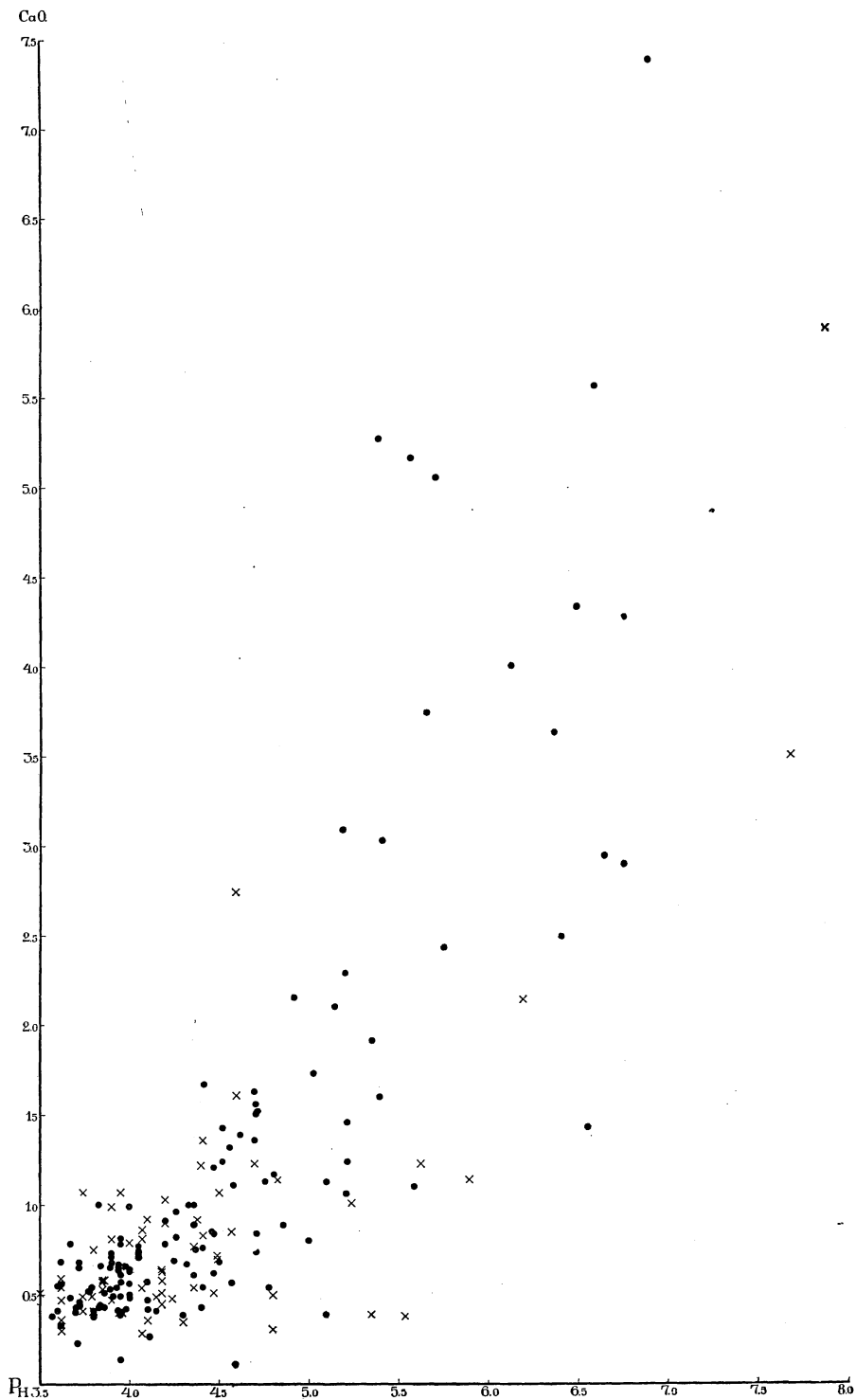


Fig. 9. Sambandet mellan reaktionstalet, pH , och CaO_{ass} , beräknad i procent av provets glödförlust. (Se vidare tab. 6 och fig. 10).

Beziehung zwischen Reaktionszahl, pH , und CaO_{ass} , berechnet als Prozente vom Glühverlust des Bodens. Siehe Tab. 6.

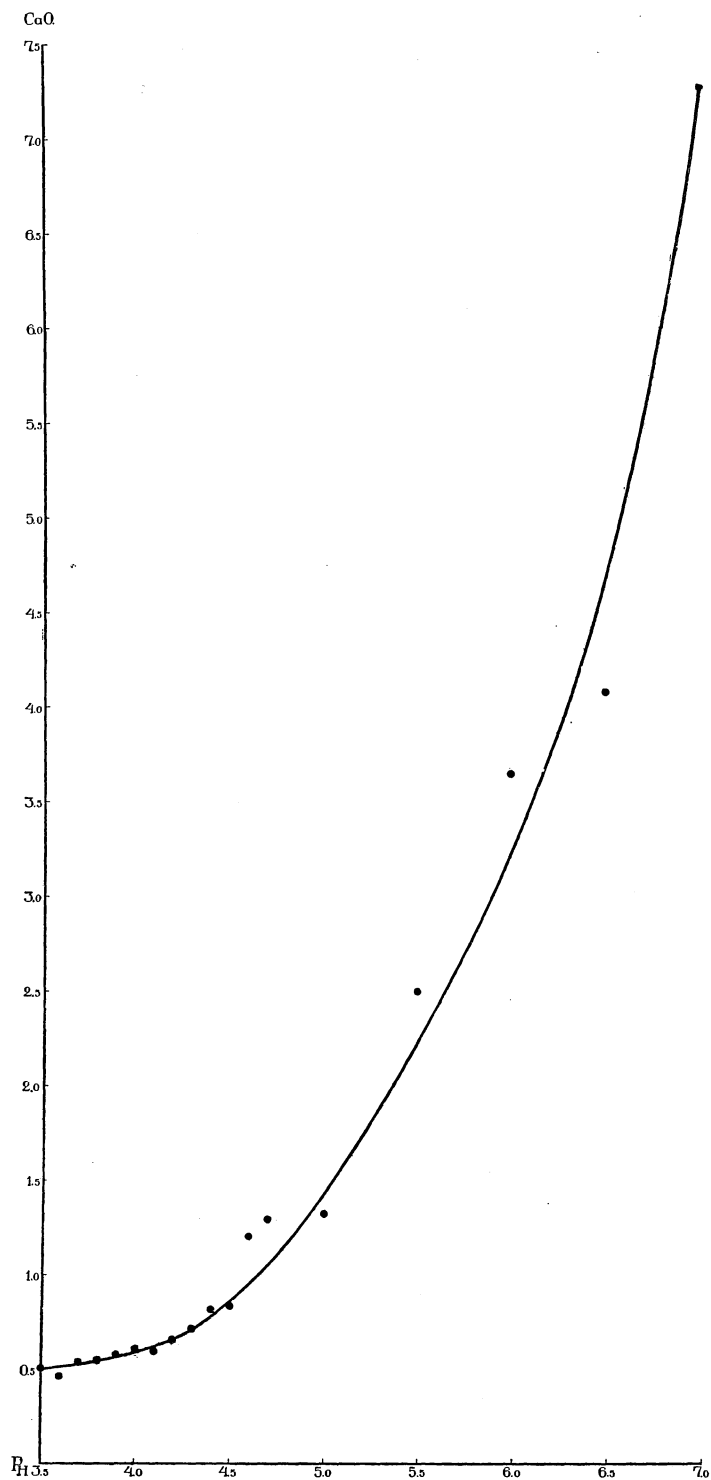


Fig. 10. Sambandet mellan reaktionstalet, p_H , och CaO_{ass} , beräknad i procent av jordens glödförlust. (Se vidare fig. 9 och tab. 6).
 Beziehung zwischen Reaktionszahl, p_H , und Gehalt von CaO_{ass} , berechnet als Prozente vom Glühverlust des Bodens. Siehe Fig. 19 und Tab. 6.

mineralgrundens större eller mindre halt av löslig kalk, markens topografi, lokalens läge i topografien och slutligen förnamaterialets beskaffenhet. En närmare diskussion tillhör kap. XIV. Av det samlade observationsmaterialet framgår, att sambandet mellan p_H och halten assimiler-

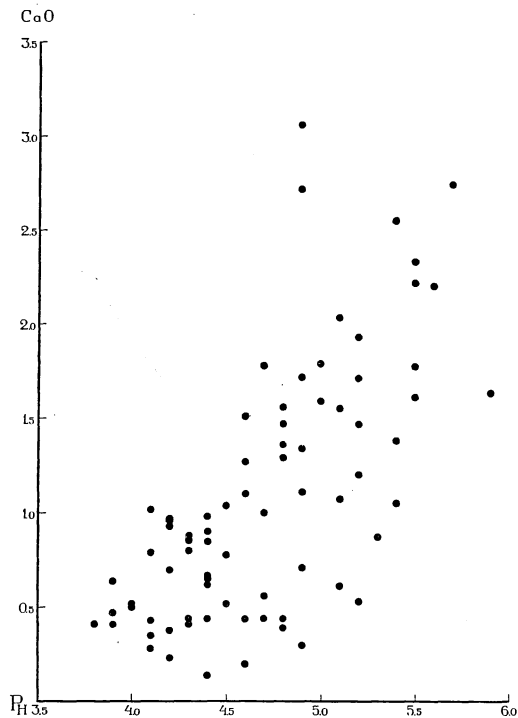


Fig. 11. Sambandet mellan reaktionstal, p_H , och CaO_{ass} , beräknad i procent av jordens glödförlust. Prov från Siljansfors försöks-park. (Se tab. 7, sid. 246).

Beziehung zwischen Reaktionszahl, p_H , und CaO_{ass} , berechnet als Prozente vom Glühverlust des Bodens. Versuchsforst Siljansfors. Siehe Tab. 7.

bar kalk visserligen är tydligt och påtagligt, men dock ganska variabelt. Detta är i och för sig intet överraskande. Under olika klimat och på olika lokaler förlöper förmultningen på ett olikartat sätt och med olika hastighet. Detta bör i hög grad kunna påverka det nämnda sambandet. Att detta varierar även under i stort sett likartade klimatiska förhållanden framgår tydligt nog av observationerna från Siljansfors försöks-park.

Av den gjorda undersökningen framgår emellertid följande.

När man sammanställer observationsmaterial från olika skogstyper och från olika trakter visar sig sambandet mellan humustäckets reaktionstal och dess humushalt ganska obe-

stämt. Ett visst samband kan spåras i den riktningen att reaktionstalet stiger med avtagande humushalt. Variationen är dock påfallande stor och sambandet mindre strängt även inom mera vida p_H -grupper.

Mellan humustäckets reaktionstal och halten assimilerbar

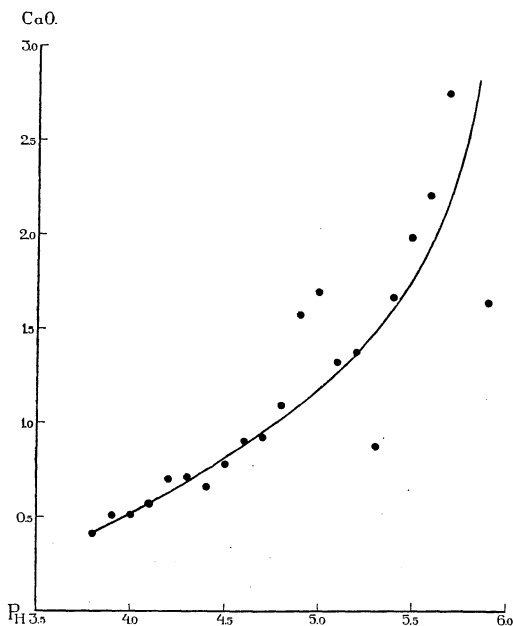


Fig. 12. Sambandet mellan reaktionstalet, p_H , och CaO_{ass} , beräknad i procent av jordens glödförlust, Siljansfors försökspark. Prikarna representera medeltal för jordprov med samma p_H -värde. p_H -grupper om 0,1 enhet. (Se tab. 7, sid. 246).

Beziehung zwischen Reaktionszahl, p_H , und CaO_{ass} , berechnet als Prozente vom Glühverlust des Bodens. Mittelzahlen von Proben nach p_H -Gruppen von 0,1 Einheit. Versuchsforst Siljansfors. Siehe Tab. 7.

kalk är sambandet tydligt och påtagligt, ehuru även härvidlag, t. o. m. inom samma trakt, en rätt betydande variation är rådande.

Det ligger så gott som i sakens egen natur, att en sådan process som humusbildningen mäktigt skall påverkas av själva ursprungsmaterialets beskaffenhet. Härfor talar bl. a. den märkliga likhet, som i ganska olika klimat utmärker humustäckets i barrskogen, en likhet, som ej inskränker sig till själva reaktionstalet, utan ock, som längre fram kommer att visas, till titreringskurvornas form och förlopp. Vi övergå därför till en redogörelse för vissa av förnans egenskaper.

Tab. 4. Glödförlust och pH. Glühverlust und pH.

PH	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
Glödf.	49,45	55,84	30,95	45,27	24,55	10,31	23,54	21,03	46,47	11,89	33,08
»	73,09	57,37	47,69	60,83	29,26	21,36	34,30	41,80	58,92	15,30	39,13
»	98,12	65,97	76,71	64,59	37,90	35,75	38,54	42,28	61,02	39,02	39,53
»	—	68,69	78,00	68,91	44,52	40,40	41,11	44,99	62,52	42,58	56,01
»	—	70,76	81,57	85,72	50,24	40,90	44,49	47,29	71,29	46,75	62,15
»	—	72,82	85,11	85,91	54,75	42,29	47,55	49,28	74,10	47,86	63,91
»	—	75,33	87,10	86,28	60,63	42,53	58,48	50,86	75,64	55,35	66,64
»	—	75,98	88,69	88,10	65,59	54,94	66,49	52,79	78,01	56,45	78,65
»	—	78,49	89,71	88,62	60,86	57,84	72,63	56,23	81,06	58,75	86,76
»	—	82,12	89,86	89,37	71,49	63,17	82,14	58,26	86,09	65,04	87,17
»	—	86,16	90,97	91,78	75,25	66,30	86,86	61,16	87,37	69,35	89,38
»	—	97,83	93,03	93,71	77,13	66,86	87,45	61,37	87,98	71,00	90,92
»	—	98,35	96,41	93,95	78,60	69,11	88,25	62,09	88,13	73,15	92,37
»	—	—	96,41	95,97	79,27	72,27	89,56	63,01	93,12	73,74	94,64
»	—	—	97,39	—	81,42	72,62	89,90	63,90	94,04	74,72	95,52
»	—	—	—	—	85,06	76,00	90,91	65,69	94,38	80,79	—
»	—	—	—	—	86,10	78,88	92,00	73,30	94,68	81,49	—
»	—	—	—	—	88,02	79,10	92,67	74,75	—	82,99	—
»	—	—	—	—	89,09	82,75	93,18	75,14	—	83,07	—
»	—	—	—	—	90,24	84,46	93,80	81,57	—	86,65	—
»	—	—	—	—	90,68	84,52	93,97	90,19	—	88,65	—
»	—	—	—	—	91,89	85,71	94,36	90,45	—	88,67	—
»	—	—	—	—	93,19	86,31	95,68	93,81	—	89,80	—
»	—	—	—	—	93,22	89,40	—	97,12	—	90,11	—
»	—	—	—	—	93,41	91,24	—	—	—	93,80	—
»	—	—	—	—	93,91	91,90	—	—	—	—	—
»	—	—	—	—	95,40	93,42	—	—	—	—	—
»	—	—	—	—	96,63	—	—	—	—	—	—
Glödf. medeltal ...	73,55	75,82	81,97	81,36	74,55	65,94	73,82	63,27	78,52	66,68	71,72

PH	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6
Glödf.	6,94	33,89	20,20	43,19	23,33	46,01	7,97	60,12	10,44	52,15	29,53
»	25,41	34,87	35,50	55,92	37,58	47,09	20,53	—	11,26	57,88	37,62
»	68,34	37,82	42,59	60,39	53,06	59,57	25,41	—	24,69	83,43	62,96
»	68,57	40,69	44,96	85,81	58,55	67,20	43,78	—	51,75	—	67,66
»	77,23	45,41	59,02	87,28	92,10	74,28	52,96	—	57,08	—	74,70
»	77,45	53,01	61,14	88,25	—	84,64	59,26	—	60,54	—	88,95
»	80,23	56,56	65,45	89,57	—	—	60,80	—	63,85	—	—
»	81,19	57,42	69,65	89,64	—	—	62,39	—	79,60	—	—
»	85,67	73,37	78,10	93,40	—	—	71,02	—	—	—	—
»	89,62	76,19	84,01	—	—	—	76,87	—	—	—	—
»	89,97	83,42	86,12	—	—	—	83,57	—	—	—	—
»	90,35	86,87	87,38	—	—	—	92,88	—	—	—	—
»	93,28	—	90,72	—	—	—	—	—	—	—	—
Glödf. medeltal ...	71,87	56,63	63,45	77,05	52,92	63,13	54,79	60,12	44,90	64,49	60,24

PH	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7
Glödf.	10,70	—	35,04	14,74	78,53	47,10	—	61,35	21,14	20,70	46,22
»	14,98	—	60,24	—	—	70,68	—	82,63	66,50	74,37	—
»	36,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	75,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Glödf. medeltal ...	34,39	—	47,64	14,74	78,53	58,89	—	71,99	43,82	47,54	46,22

PH	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
Glödf.	56,27	20,45	—	—	—	—	—	—	—	26,31	—	14,97
»	87,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Glödf. medeltal ...	72,05	20,45	—	—	—	—	—	—	—	26,31	—	14,97

Tab. 5. Glödförlust och pH

Glühverlust und pH.

PH	3,5—3,9	4,0—4,4	4,5—4,9	5,0—5,4	5,5—5,9	6,0—6,4	6,5—7,0
Glödf.	77,55	68,95	67,27	53,74	52,52	59,17	49,19
Antal prov.....	(73)	(116)	(62)	(32)	(15)	(6)	(8)

Tab. 6. Halt av assimilerbar kalk och pH.

Beziehung zwischen pH und CaO_{ass}.

Sammanställning av samtliga jordprov åren 1919—1921.

PH	3,5		3,6		3,7		3,8		3,9		4,0		4,1	
	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.
CaO	0,25	0,51	0,20	0,30	0,21	0,23	0,33	0,38	0,14	0,40	0,10	0,14	0,13	0,27
»	—	—	0,22	0,33	0,22	0,40	0,34	0,39	0,20	0,41	0,11	0,39	0,17	0,29
»	—	—	0,26	0,36	0,33	0,41	0,35	0,41	0,22	0,43	0,11	0,40	0,19	0,36
»	—	—	0,26	0,38	0,34	0,43	0,35	0,43	0,29	0,49	0,17	0,42	0,25	0,42
»	—	—	0,31	0,41	0,36	0,44	0,35	0,44	0,29	0,51	0,17	0,47	0,33	0,47
»	—	—	0,35	0,47	0,38	0,46	0,36	0,49	0,31	0,53	0,20	0,48	0,33	0,54
»	—	—	0,41	0,54	0,39	0,48	0,37	0,52	0,32	0,53	0,21	0,49	0,36	0,57
»	—	—	0,42	0,55	0,39	0,49	0,41	0,52	0,36	0,54	0,23	0,50	0,38	0,63
»	—	—	0,46	0,56	0,43	0,65	0,45	0,54	0,40	0,57	0,26	0,56	0,38	0,66
»	—	—	0,48	0,59	0,58	0,68	0,46	0,65	0,43	0,58	0,33	0,57	0,40	0,71
»	—	—	0,53	0,68	0,63	0,78	0,48	0,66	0,44	0,58	0,36	0,61	0,46	0,73
»	—	—	—	—	0,70	1,07	0,62	0,75	0,46	0,64	0,41	0,63	0,49	0,74
»	—	—	—	—	—	—	0,65	1,00	0,57	0,65	0,42	0,64	0,59	0,81
»	—	—	—	—	—	—	—	—	0,58	0,65	0,45	0,65	0,62	0,86
»	—	—	—	—	—	—	—	—	0,61	0,67	0,46	0,66	0,66	0,92
»	—	—	—	—	—	—	—	—	0,61	0,68	0,50	0,67	0,69	—
»	—	—	—	—	—	—	—	—	0,62	0,71	0,50	0,68	—	—
»	—	—	—	—	—	—	—	—	0,66	0,73	0,53	0,78	—	—
»	—	—	—	—	—	—	—	—	0,71	0,81	0,66	0,79	—	—
»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,66	0,81	—	—	—
»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,73	0,99	—	—	—
»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,76	1,07	—	—	—
CaO medeltal...	0,25	0,51	0,35	0,47	0,41	0,54	0,42	0,55	0,43	0,58	0,38	0,61	0,40	0,60

PH	4,2		4,3		4,4		4,5		4,6		4,7		4,8	
	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.
CaO	0,17	0,41	0,31	0,35	0,14	0,43	0,30	0,51	0,10	0,11	0,54	0,74	0,10	0,31
»	0,19	0,45	0,37	0,39	0,29	0,54	0,40	0,62	0,19	0,57	0,56	0,84	0,11	0,50
»	0,19	0,49	0,44	0,48	0,35	0,54	0,41	0,68	0,41	0,85	0,57	1,23	0,46	0,54
»	0,20	0,51	0,45	0,69	0,37	0,61	0,42	0,70	0,51	1,11	0,70	1,36	0,96	1,13
»	0,31	0,63	0,49	0,91	0,42	0,75	0,44	0,72	0,66	1,32	0,72	1,51	1,06	—
»	0,32	0,64	0,53	0,96	0,48	0,76	0,53	0,84	0,76	1,39	0,87	1,52	—	—
»	0,37	0,68	0,78	0,99	0,56	0,77	0,64	0,85	0,90	1,61	0,88	1,56	—	—
»	0,40	0,77	0,84	1,00	0,57	0,83	0,64	1,07	1,25	2,74	1,15	1,63	—	—
»	0,40	0,78	—	—	0,58	0,89	0,66	1,21	—	—	—	—	—	—
»	0,49	0,90	—	—	0,62	0,92	0,79	1,24	—	—	—	—	—	—
»	0,63	1,03	—	—	0,68	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—
»	—	—	—	—	0,68	1,22	—	—	—	—	—	—	—	—
»	—	—	—	—	0,81	1,36	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO medeltal...	0,33	0,66	0,53	0,72	0,50	0,82	0,52	0,84	0,60	1,21	0,75	1,30	0,54	0,62

PH	4,9		5,0		5,1		5,2		5,3		5,4		5,5	
	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.
CaO	0,76	0,89	0,47	0,80	0,23	0,39	0,30	1,01	—	—	0,22	0,39	0,22	0,38
»	1,30	2,15	1,59	1,73	0,84	1,13	0,31	1,06	—	—	0,35	1,60	—	—
»	—	—	—	—	—	—	0,63	1,24	—	—	0,55	1,91	—	—
»	—	—	—	—	—	—	0,75	1,46	—	—	0,97	3,03	—	—
»	—	—	—	—	—	—	0,92	2,10	—	—	1,22	5,27	—	—
»	—	—	—	—	—	—	0,95	2,29	—	—	—	—	—	—
»	—	—	—	—	—	—	1,36	3,90	—	—	—	—	—	—
CaO medeltal...	1,03	1,52	1,03	1,27	0,54	0,76	0,75	1,87	—	—	0,66	2,44	0,22	0,38

PH	5,6		5,7		5,8		5,9		6,0		6,1		6,2	
	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.
CaO	0,92	1,10	0,54	3,74	0,72	2,43	0,40	1,14	1,26	8,55	3,14	4,00	1,01	2,14
»	0,98	1,10	0,56	5,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	0,98	1,23	0,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	1,94	5,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO medeltal...	1,21	2,15	0,60	4,40	0,72	2,43	0,14	1,14	1,26	8,55	3,14	4,00	1,01	2,14

PH	6,3		6,4		6,5		6,6		6,7		6,8		6,9	
	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.
CaO	—	—	1,53	2,49	2,88	4,33	1,06	1,43	1,36	2,94	2,40	2,89	1,51	7,38
»	—	—	3,01	3,63	—	—	1,15	5,56	—	—	2,54	4,27	—	—
CaO medeltal...	—	—	2,27	3,06	2,88	4,33	1,11	3,50	1,36	2,94	2,47	3,58	1,51	7,38

PH	7,0		7,1		7,2		7,3		7,4		7,5		7,6	
	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.

PH	7,7		7,8		7,9		8,0		8,1		8,2	
	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.	dir.	omr.
CaO	0,92	3,50	—	—	0,88	5,83	—	—	—	—	—	—

Tab. 7. Jordprov från Siljansfors. Halt av assimilerbar kalk och pH.
Versuchsforst Siljansfors. Beziehung zwischen pH und CaO_{ass}.

PH	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8
CaO	0,41	0,41	0,50	0,28	0,23	0,41	0,14	0,52	0,20	0,44	0,39
»	—	0,47	0,52	0,35	0,38	0,44	0,44	0,78	0,44	0,56	0,44
»	—	0,64	—	0,43	0,70	0,80	0,62	1,04	1,10	1,00	1,29
»	—	—	—	0,79	0,93	0,86	0,65	—	1,27	1,78	1,36
»	—	—	—	1,02	0,96	0,86	0,67	—	1,51	—	1,47
»	—	—	—	—	0,97	0,88	0,85	—	—	—	1,56
»	—	—	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—
»	—	—	—	—	—	—	0,98	—	—	—	—
CaO medeltal	0,41	0,51	0,51	0,57	0,70	0,71	0,66	0,78	0,90	0,92	1,09

PH	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
CaO	0,30	1,59	0,61	0,53	0,87	1,05	1,61	2,20	2,74	—	1,63
»	0,71	1,79	1,07	1,20	—	1,38	1,77	—	—	—	—
»	1,11	—	1,55	1,47	—	2,55	2,22	—	—	—	—
»	1,34	—	2,03	1,71	—	—	2,33	—	—	—	—
»	1,72	—	—	1,93	—	—	—	—	—	—	—
»	2,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	3,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO medeltal	1,57	1,69	1,32	1,37	0,87	1,66	1,98	2,20	2,74	—	1,63

KAP. IX. Undersökningar över förnornas egenskaper.

Över de processer, som försiggå vid bladens vissnande om hösten, föreligger ett ganska stort antal undersökningar, utan att man dock kan säga, att full klarhet vunnits i dessa frågor. Det har tvistats om, huruvida någon transport av viktiga näringsämnen, såsom kali, fosforsyra och kväve, äger rum från det vissnande bladet in i stammen. SACHS (1863) hävdade denna åsikt, andra ha kommit till avvikande resultat. Möjligt är att processen vid vissnandet gestaltar sig olika under olika yttre förhållanden; för rådande olika uppfattningar redogör CZAPEK (1913) i sin stora Biochemie der Pflanzen. Säkert är emellertid att bladet, när det som vissnat och odugligt i växtens tjänst faller till marken, ännu innehåller

viktiga näringsämnen såsom kalk, kali och fosforsyra jämte kväve. I nyss avfallna blad är enligt EMEIS och LOGES (se CZAPEK Bd II, sid. 293) råproteinhalten ingalunda obetydlig.

Någon mer klarläggande undersökning över de förändringar, som träffa bladets kolhydrater såsom cellulosan och besläktade föreningar eller dess äggviteartade ämnen såsom i protoplasman, föreligger mig veterligen icke. Undersökningarna ha mest gått ut på att fastställa halten av vissa ämnen före och efter vissnandet. Tydligt är emellertid, att här försiggå viktiga kemiska processer. Därom vittna bl. a. de färgförändringar, vilka det vissnande bladet genomgår och som förorsakas ej blott av det gröna färgämnets försvinnande. Det har ej kunnat ingå i planen för denna undersökning att närmare utforska dessa förändringar, det skulle ha fört allt för långt från det egentliga ämnet. Jag har inskränkt mig till att undersöka några egenskaper hos det vissnade bladet, som i första hand synts mig vara av betydelse vid humusbildningsprocessen såsom ask- och kalkhalten, reaktionen hos vatten som stått i beröring med en viss mängd blads substans, — sålunda en bestämning fullt analog med p_H -bestämning i jord — vidare halten av alkaliskt och surt reagerande buffertämnen, bestämda genom elektrometrisk titrering av torkat bladpulver.

Mitt undersökningsmaterial har utgjorts av på hösten insamlade, vissna blad i det stadium, då de just äro i färd att falla av eller nyss fallit ned på marken. Bladen ha sålunda ännu ej genomgått några av de förstörelseprocesser, som förändra deras bladartade struktur. Undersökningarna kunna sålunda belysa egenskaperna hos det material, varmed de humusbildande processerna i marken arbeta.

Insamlingstiden har i Norrland varit mitten av september till början av oktober, i södra och mellersta Sverige senare delen av denna månad. Av gran har materialet insamlats dels genom hopplockning av vissna barr på marken, dels genom skakning av friska grenar. Av tall ha dels insamlats nyss fallna barr, dels avrepats de gula barren på tre och fyra år gamla grenar. Av lingon ha hopsamlats de svarta skott, som man träffar på höstarna. Ljung- och kråkrismaterialet har erhållits genom försiktig skakning av ännu gröna buskar. Materialet av mossor utgöres, i motsats till övriga förnor, av ännu gröna grenar. De döda mossorna angripas nämligen så gott som omedelbart av svampar. Örterna ha insamlats i fullt vissnat stadium, då de äro i färd att falla ned på marken.

För att undersöka förnans betydelse för humustäckets reaktionstal ha pulver av de vissnade bladen extraherats med vatten i samma proportioner som vid bestämningen af humustäckets reaktionstal. För bestämning av förnornas halt av alkaliskt och surt reagerande buffertämnen ha förnorna finmalts i pepparkvarn. Det så erhållna bladpulvret har behandlats med 0,1 n KCl-lösning och titrerats med 0,1 n NaOH och 0,1 n HCl i samma proportioner och på samma sätt som humusproven. Fem g bladpulver, avvägt med hänsyn till torrvikten vid 98° C, ha sålunda uppslammats i 200 ccm 0,1 n

KCl-lösning; uppslamningen har fått stå i ett dygn, varefter den titreras. Bestämningar av förnornas p_H -värden samt deras halt av sura och basiska buffertämnen äro sålunda fullt jämförliga med motsvarande bestämningar hos humusproven.

Angående principerna för den elektrometriska titreringen vill jag hänvisa till kap. IV, 3, som redogör för dess teori och praktiska utförande. Här må endast ännu en gång erinras om att en jämförelse mellan titreringskurvan för ett visst ämne och titreringskurvan utan samma ämne närvarande i den vätska, som titreras, ger ett mått på de mängder basiska och sura buffertämnen, som det titrerade ämnet innehåller. Då såväl bladpulvren som humusproven alltid titreras uppslammade i 0,1 n KCl-lösning, får man i efterföljande figurer och tabeller jämföra ämnets titreringskurva med titreringskurvan för 200 ccm 0,1 n KCl-lösning (se tab. 16). Denna kurva är här liksom när det gäller undersökning av humusproven utmärkt genom en heldragen linje. När vid titrering med 0,1 n saltsyra ämnets (bladpulvrets) titreringskurva ligger till höger om KCl-linjen, innehåller ämnet basiska buffertämnen, sammanfaller titreringskurvan med KCl-linjen, saknas basiska buffertämnen, ligger den till vänster om KCl-linjen, finnas i titreringsvätskan endast sura ämnen, vilkas H -ioner adderas till saltsyrelösningens, så att väteionkoncentrationen blir större än när en ren 0,1 n KCl-lösning titreras. På analogt sätt bedömes halten av sura buffertämnen. Innehåller bladpulvret sura buffertämnen, ligger titreringskurvan till vänster om KCl-linjen. Mängden sura buffertämnen kan också bedömas av den mängd NaOH (i detta fall 0,1 n NaOH), som åtgår för att titreringsvätskan skall få neutral reaktion eller för att p_H skall erhålla värdet 7,0, i samtliga figurer utmärkt genom en heldragen vertikal linje.

1. Förnornas reaktionstal och kalkhalt.

I tab. 8 sid. 250 finnes en översiktlig redogörelse för p_H , kalk och askhalt hos de undersökta förnorna. Dessa äro indelade i 5 grupper, nämligen förnor av barrträd, ris, lövträd, örter och mossor. Det faller genast i ögonen att de döda barren ha en utpräglat sur reaktion, tallbarr 4,1, granbarr 4,0, lärkbarr omkring 4,0, enbarr 4,3. Något mindre sura äro förnorna av risen. Surast äro de vissna lingonbladen med ett p_H av 3,7 å 3,8, de övriga ligga mellan 4,0 och 4,7. Lövträdsförnorna ligga på ett annat p_H -område. Undantar man lönnbladen, som äro anmärkningsvärt sura, ligga reaktionstalen från 5 eller nära fem till över neutralpunkten. Blad från olika delar av landet kunna sinsemellan vara olika, men variationen är ej så stor, att huvudkaraktären förtryckes, t. ex. *Betula verrucosa* har i mina bestämningar varierat från 5,3—6,1, *Betula pubescens* 5,4—5,9, *Alnus incana* 6,1—6,3, *Populus tremula* 5,3—6,1, *Salix caprea* 5,6—6,1, *Quercus robur* 4,8—4,9, *Fagus silvatica* 5,3—6,6. Förnor från kalkrika trakter äro ofta mindre sura än samma slags förnor från kalkfattiga; sålunda äro vanligen förnorna från Dalby i Skåne och östra Jämtland mindre sura än andra undersökta förnor.

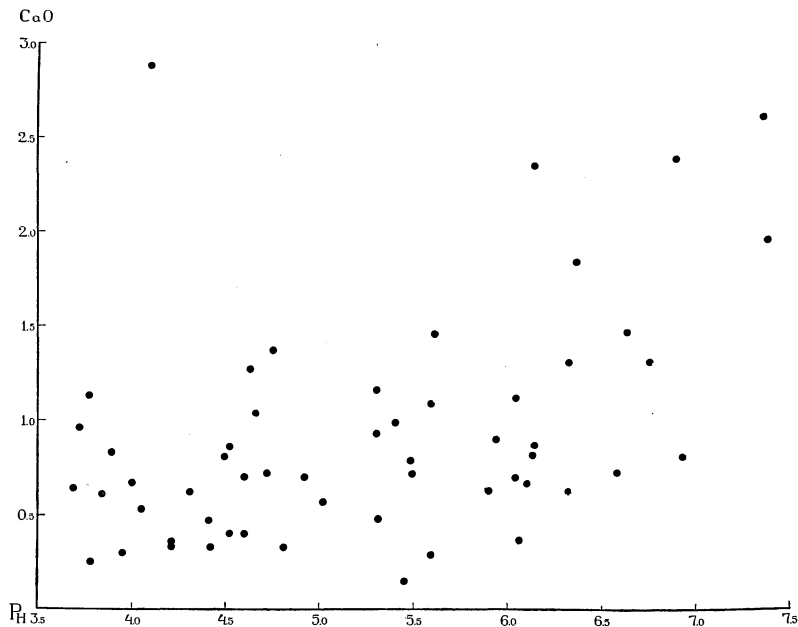


Fig. 13. Sambandet mellan förnornas reaktionstal, p_H , och halt av assimilerbar kalk. Varje prick representerar en observation. (Se tab. 8, sid. 250 och tab. 11, sid. 263).

Beziehung zwischen p_H und Gehalt von CaO_{ass} bei unzersetzten, herbstlich vergilbten Blättern. Die Einzelbestimmungen sind eingetragen.

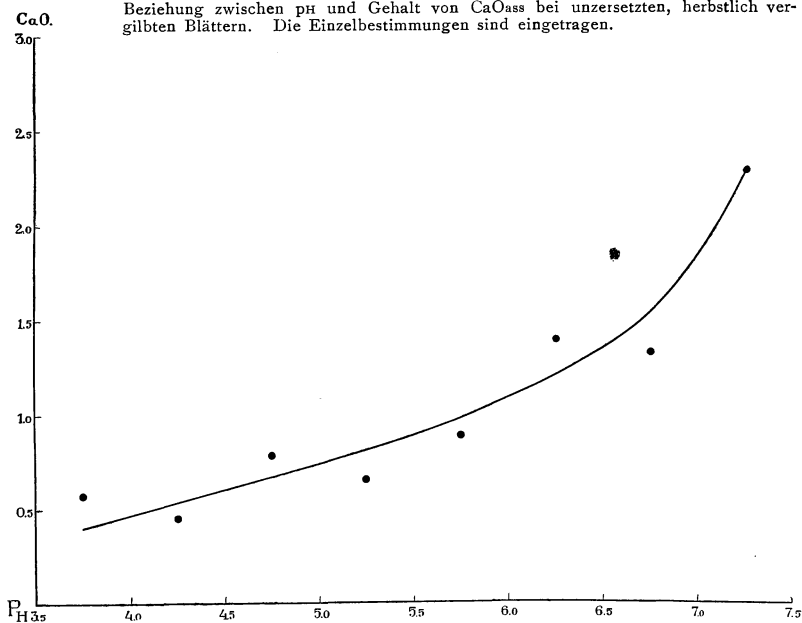


Fig. 14. Sambandet mellan förnornas reaktionstal, p_H , och halt av CaO_{ass} . Varje prick representerar medeltalet för en p_H -grupp om 0,5 p_H -enhet. (Se tab. 8, sid. 250 och tab. 11, sid. 263).

Beziehung zwischen Reaktionszahl und Gehalt von CaO_{ass} bei unzersetzten, herbstlich vergilbten Blättern. p_H -Gruppen von 0,5 p_H -Einheiten.

Gå vi till örterna och gräsen finna vi återigen ett mindre surt förnamaterial än av risen. En märkvärdig ställning intager *Geranium silvaticum* med sitt p_H av 4,1. Rätt sur är också förnan av *Eupteris aquilina*, men för de övriga, mera vanliga örterna i skogen ligger p_H mellan 5,5 och 7,4.

Vad mossorna beträffar är det, som förut nämnts, icke så lätt att erhålla ett fullt intakt förnamaterial. De angripas omedelbart vid sitt avdöende av svamphyfer, som tätt omslingra de döda mossgrenarna. Ett dylikt material är därför redan förändrat av de processer, som försiggå vid humusbildningen i marken. De mossor, som jag undersökt, ha därför utgjorts av ännu friska äldre skottdelar. De ha visat sur reaktion, nämligen ett p_H av 4,6.

I figg. 13 och 14 lämnas en framställning av sambandet mellan förnans p_H och dess halt av assimilerbar kalk. Som synes finnes en rätt vid variation. Sammanföras emellertid förnorna i p_H -grupper om 0,5 p_H -heter finner man i stora drag ett samband mellan p_H och assimilerbar kalk. Likheten med förhållandet i humustäcket är påfallande. Det är säkerligen åtskilliga faktorer, som inverka på reaktionstalet, men halten assimilerbar kalk är tydligen av stor betydelse.

Tab. 8. Reaktionstal (p_H) och kalk- och askhalt hos friska förnor.

Reaktionszahl und Kalkgehalt bei unzersetzten, herbstlich vergilbten Blättern und Kräutern.

	Lokal	p_H	CaO _{ass} %	CaO _{tot} %	Aska %
<i>Pinus silvestris</i>	Dj.	4,2	0,33	0,96	2,74
» »	F.	4,1	0,53	0,71	2,38
» »	K. Sv.	4,0	0,30	0,64	1,83
<i>Picea excelsa</i>	Dj.	4,2	0,36	2,17	8,43
» »	K. Sv.	3,8	0,25	2,00	6,20
<i>Juniperus communis</i>	»	4,3	0,62	1,71	5,23
<i>Larix decidua</i>	Exp.	3,9	0,83	—	8,86
» <i>leptolepis</i>	»	4,5	0,86	—	8,43
» <i>sibirica</i>	»	3,8	1,13	—	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	V.	3,7	0,64	0,64	2,40
» »	K. Sv.	3,8	0,61	0,74	2,26
» <i>myrtillus</i>	»	4,5	0,81	1,57	4,98
» »	B.	4,0	0,67	—	—
» <i>uliginosum</i>	K. Sv.	4,7	1,04	1,58	4,74
<i>Empetrum nigrum</i>	»	4,2	—	—	2,83
<i>Calluna vulgaris</i>	»	4,4	0,47	0,51	3,05
<i>Acer platanoides</i>	D.	3,7	0,96	2,67	11,30
<i>Aesculus hippocastanum</i>	»	6,9	0,81	—	—
<i>Alnus incana</i>	Exp.	6,3	1,31	3,34	9,34
» »	K. Sv.	6,1	0,67	1,33	5,28
» <i>glutinosa</i>	Exp.	4,6	1,27	—	—

	Lokal	pH	CaO _{ass} %	CaO _{tot} %	Aska %
<i>Betula alba</i>	Exp.	5,0	0,57	2,13	5,21
» <i>pubescens</i>	B.	5,9	0,90	—	—
» ».....	K. Sv.	5,4	0,99	1,97	5,07
» ».....	F.	5,5	0,79	1,96	4,87
» <i>verrucosa</i>	B.	6,1	0,82	—	—
» ».....	K. Sv.	5,3	0,93	1,52	3,88
» ».....	F.	5,6	0,29	1,84	5,49
<i>Corylus avellana</i>	D.	6,6	1,47	3,79	11,43
<i>Fagus sylvatica</i>	»	6,6	0,73	1,97	6,70
» ».....	Exp.	5,3	0,48	1,59	6,76
<i>Fraxinus excelsior</i>	D.	6,4	1,48	3,40	15,29
<i>Populus tremula</i>	B.	6,1	2,35	3,36	10,53
» ».....	K. Sv.	5,3	1,16	2,29	5,39
<i>Quercus robur</i>	D.	4,8	0,33	2,47	7,45
» ».....	Exp.	4,9	0,70	2,49	7,28
<i>Salix caprea</i>	B.	6,1	3,70	5,17	11,74
» ».....	K. Sv.	5,6	1,46	2,59	6,12
<i>Sorbus aucuparia</i>	B.	4,8	1,37	—	—
<i>Ulmus scabra</i>	D.	7,3	2,64	5,22	21,32
<i>Athyrium Filix femina</i>	K. Sv.	5,9	0,63	1,00	9,89
<i>Deschampsia flexuosa</i>	»	5,5	0,15	0,16	2,53
<i>Dryopteris Linnæana</i>	»	5,5	0,72	0,99	9,26
» <i>Phegopteris</i>	»	6,0	1,12	1,45	11,68
» <i>spinulosa</i>	»	6,3	0,63	0,99	10,02
<i>Eupteris aquilina</i>	Dj.	4,7	0,72	0,71	8,45
<i>Geranium silvaticum</i>	K. Sv.	4,1	2,89	3,44	9,48
<i>Majanthemum bifolium</i>	»	5,6	1,09	1,73	7,05
<i>Melica uniflora</i>	D.	6,0	0,70	—	—
<i>Mercurialis perennis</i>	D.	7,4	1,99	5,23	16,90
<i>Mulgedium alpinum</i>	K. Sv.	6,9	2,40	4,47	15,39
<i>Stachys silvatica</i>	D.	6,8	1,31	2,44	11,83
<i>Trientalis europæa</i>	K. Sv.	6,1	0,87	1,26	7,17
<i>Hylocomium parietinum</i>	St.	4,6	0,40	—	2,63
» <i>proliferum</i>	»	4,6	0,70	—	2,44

Förkortningar: B. = Jämtland, Bodsjö sn, D. = Skåne, Dalby krpk, Dj. = Djursholm, Exp. = Skogsförsöksanstaltens eller Skogshögskolans område vid Experimentalfältet, F. = Norrbotten, Fagerheden å Pite krpk, K. Sv. = Västerbotten, Kulbäcksliden-Svartbergets försökspark, V. = Småland, Vaggeryd, St. = Lappland, Stensele, Storuman.

2. Förnornas halt av sura och basiska buffertämnen.

I figg. 15—20 och tab. 12—15 lämnas en redogörelse för undersökningen av titreringskurvornas form hos olika förnor. Ett studium av kurvorna och en granskning av tabellerna ger vid handen, att man kan uppställa flera typer av förnor med hänsyn till titreringskurvans form. Angående tydningen av dessa titreringskurvor må här endast erinras därom, att halten av basiska och sura buffertämnen bedömes av titreringskurvans läge i förhållande till KCl-linjen. Ju mer titrerings-

kurvan vid provets behandling med 0,1 n HCl ligger till höger om KCl-linjen, dess rikare är det på basiska buffertämnen, ju mer alkali, som åtgår för att titreringskurvan skall skära neutrallinjen, dess rikare

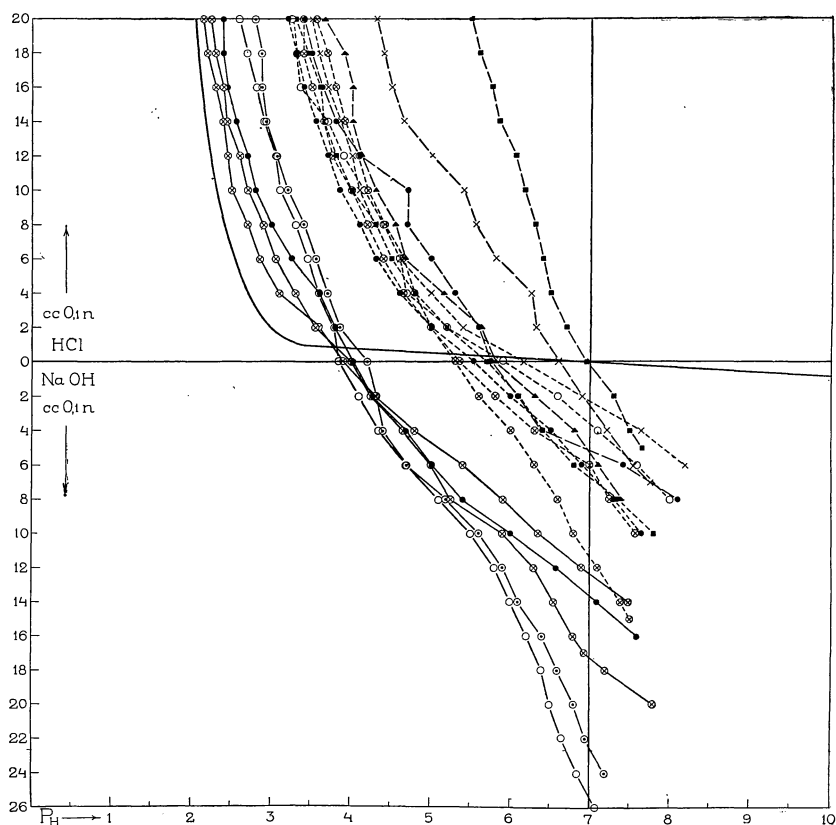


Fig. 15. Titreringskurvor för olika fallföror, blad.¹

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| (x) — (x) <i>Pinus silvestris</i> . | ● — ● <i>Populus tremula</i> . | ● — ● <i>Fagus silvatica</i> . |
| ● — ● <i>Picea excelsa</i> . | (x) — (x) <i>Betula verrucosa</i> . | ▲ — ▲ <i>Fraxinus excelsior</i> . |
| ○ — ○ <i>Larix decidua</i> . | ○ — ○ <i>» pubescens</i> . | x — x <i>Corylus avellana</i> . |
| ◊ — ◊ <i>» leptolepis</i> . | ■ — ■ <i>Alnus incana</i> . | ■ — ■ <i>Ulmus scabra</i> . |
| | x — x <i>Salix caprea</i> . | |

(Se vidare tab. 12—13, sidd. 263—264).

Elektrometrische Titration von abgefallenen, herbstlich vergilbten Blättern.

är det på sura buffertämnen (se för övrigt sid. 197). Med hänsyn till halten av sura och basiska buffertämnen, kunna lämpligen följande fem typer av förnor urskiljas.

1. Förnor med hög halt av surt reagerande och ringa halt av basiskt reagerande buffertämnen.

¹ I denna liksom i samtliga titreringsdiagram är 0,1 n KCl-lösningens (200 ccm) titreringskurva utmärkt av heldragen linje.

2. Förnor med mera måttlig halt av surt reagerande och en ganska stor halt av basiskt reagerande buffertämnen.

3. Förnor med mycket ringa halt av surt reagerande och stor halt av basiskt reagerande buffertämnen.

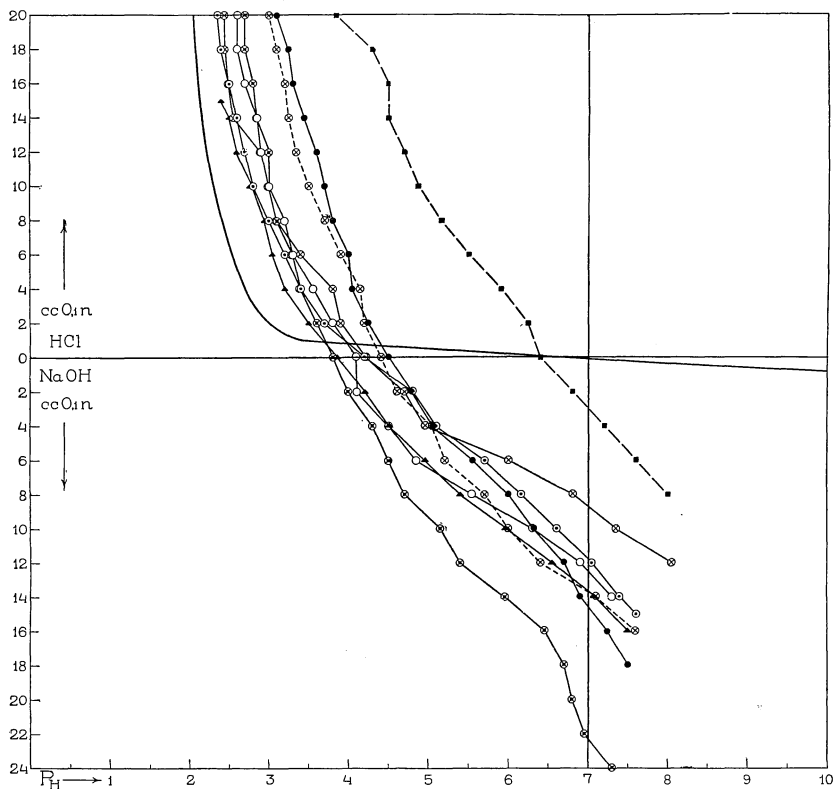


Fig. 16. Titreringskurvor för förnor av markvegetationen.

- | | |
|---|-------------------------------------|
| ○ — ○ <i>Hylocomium parietinum</i> . | ● — ● <i>Vaccinium myrtillus</i> . |
| ○ — ○ » <i>proliferum</i> . | ▲ — ▲ <i>Empetrum nigrum</i> . |
| ⊗ — ⊗ <i>Vaccinium vitis idaea, folia</i> . | ⊗ — — ⊗ <i>Euppteris aquilina</i> . |
| ⊗ — ⊗ » » <i>trunci</i> . | ■ — ■ <i>Stachys silvatica</i> . |

(Se vidare tab. 13, sid. 264).

Elektrometrische Titration von herbstlich vergilbten Blättern.

4. Förnor med hög halt av surt reagerande men samtidigt en ganska stor halt av basiskt reagerande buffertämnen.

5. Förnor med ringa halt av buffertämnen.

Den första gruppen representeras av våra barrträd — tallen och granen. De vissna tall- och granbarren äro rika på sura ämnen och samtidigt fattiga på basiskt reagerande buffertämnen; den gren av titreringskurvan, som erhålles vid titrering med HCl, ligger till höger om KCl-linjen, men avståndet är ej stort. Även enen hör till denna typ (se för övrigt fig.

15 och fig. 17). Till den andra gruppen hör fallförförnan av våra vanligare lövträd, björk, al, asp, sälg, som i stort sett komma varandra mycket nära och skarpt skilja sig från barrträden, vilket tydligt nog framgår av kurvorna i fig. 15 och figg. 17 och 20. Förförna av bok skiljer sig ej i högre grad från de nu nämnda lövträdsförförorna, liksom ej heller de vissnade askbladen. Däremot höra förföror av hassel och framförallt av alm till den

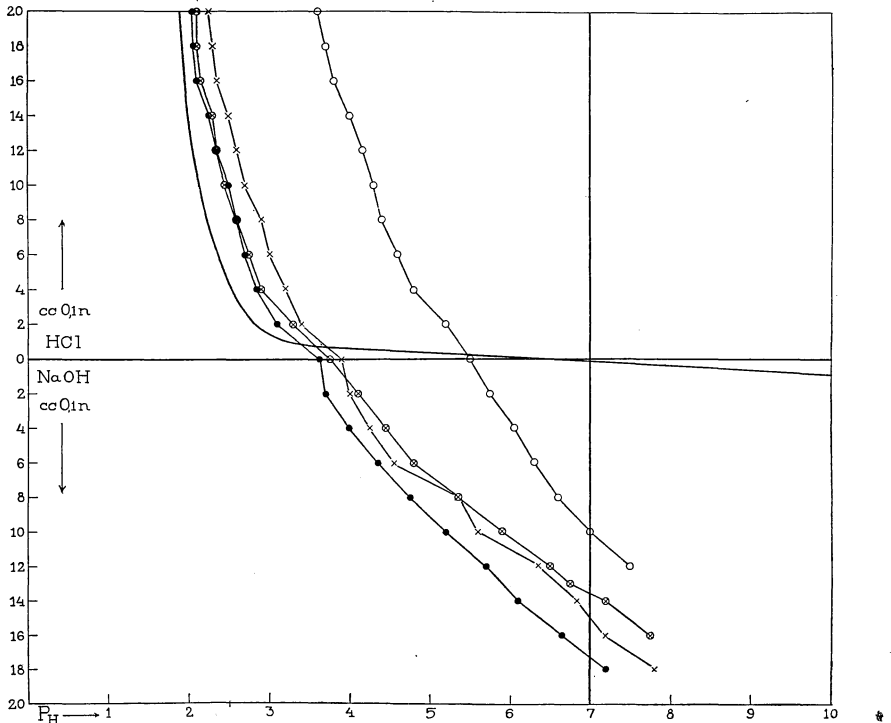


Fig. 17. Titreringskurvor för fallförför av skogsträd. Kulbäcksliden—Svartberget.

●—● *Picea excelsa*. ×—× *Juniperus communis*.
 ⊗—⊗ *Pinus silvestris*. ○—○ *Alnus incana*.
 (Se vidare tab. 14, sid. 265).

Elektrometrische Titration von herbstlich vergilbten Nadeln und Blättern. Versuchsforst Kulbäcksliden—Svartberget.

tredje gruppen. Halten av sura buffertämnen är här obetydlig eller ingen, medan basiska buffertämnen äro rikt företrädda (fig. 15). Det senare är särskilt fallet med almförför från Dalby hage. Den fjärde gruppen av förföror med stor halt av både sura och basiska buffertämnen är mera heterogen i sin sammansättning. Hit hör först och främst lönn, vars titreringskurva återges i fig. 20, men till denna grupp kunna även hänföras ek och lärk (se fig. 15 och fig. 20). De vissna lärkbarren äro rikare på sura buffertämnen än tall- och granbarren, men samtidigt rikare på basiska. Nära lärkbarren komma de undersökta bladen av ek.

Av markvegetationens förnor närma sig örternas till lövträdens, vilket framgår av en jämförelse mellan kurvorna i figg. 16 och 19 och figg. 15, 17 och 20. Stor likhet med hänsyn till förnans beskaffenhet visa sinsemellan de för barrskogen karakteristiska örterna — *Majanthemum*

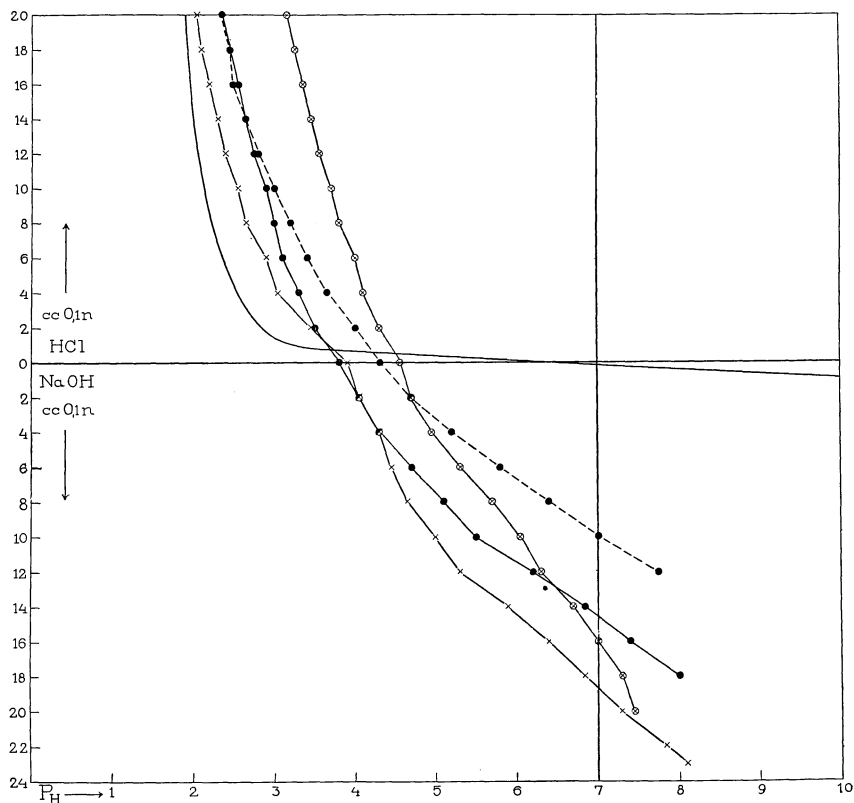


Fig. 18: Titreringskurvor för fallförnor av ris. Kulbäcksliden—Svartberget.

× — × *Calluna vulgaris*. ● - - ● *Vaccinium vitis idaea, trunci*.
 ● — ● *Vaccinium vitis idaea, folia*. (×) — (×) *Vaccinium uliginosum*.
 (Se vidare tab. 14, sid. 265).

Elektrometrische Titration von toten Zwergstrauchblättern. Versuchsforst Kulbäcksliden—Svartberget.

bifolium, *Trientalis europæa*, *Athyrium Filix femina* och *Dryopteris*-arterna (se fig. 19). Förnan av *Geranium silvaticum* hör till samma typ som lönnens med hög halt av sura och samtidigt hög halt av basiska buffertämnen, medan förnan av *Mulgedium alpinum* liksom av *Stachys silvatica* närmast överensstämmer med den av *Ulmus scabra*. Förnan av *Deschampsia flexuosa* utmärkes av en jämförelsevis ringa halt av buffertämnen, såväl sura som basiska (se fig. 19) och hör sålunda till den femte typen.

Vad risen beträffar, närma sig dessa barrträderna i avseende på förnans

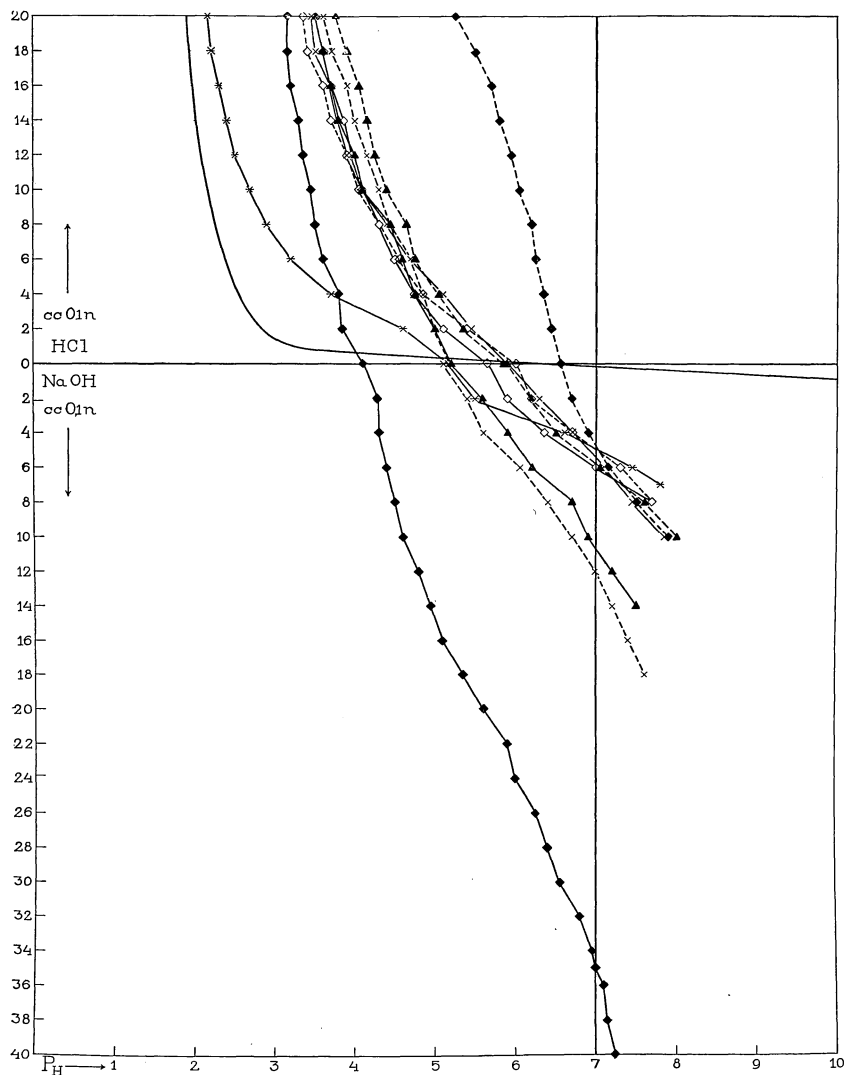
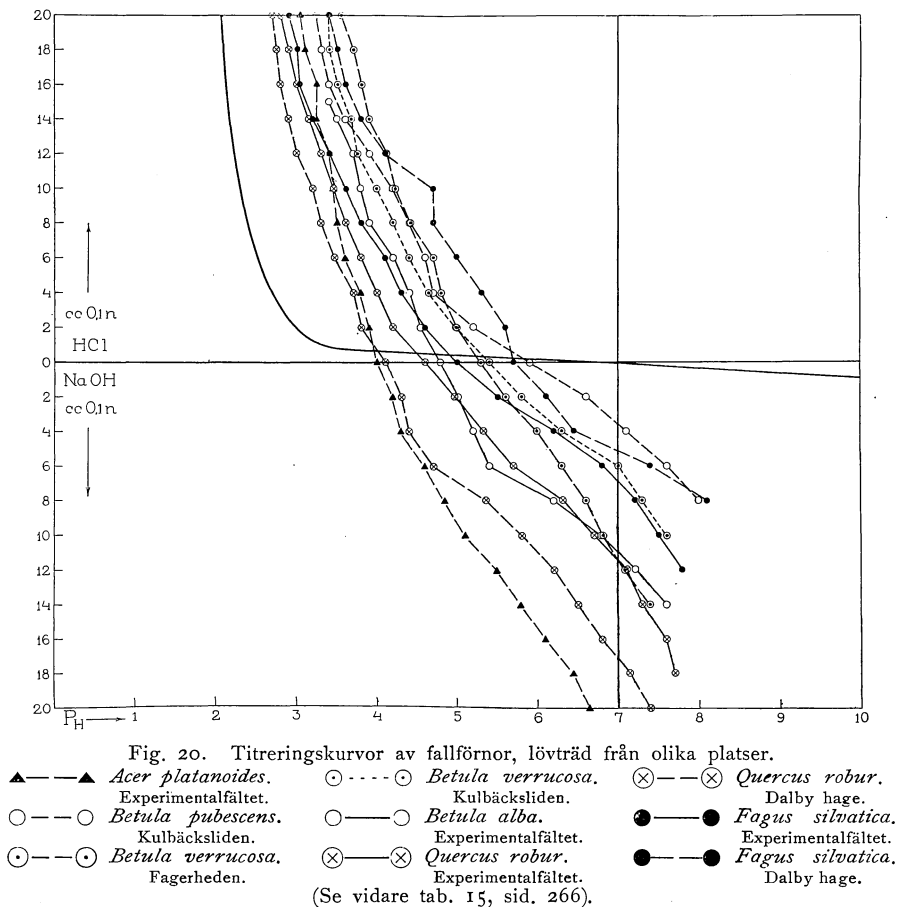


Fig. 19. Titreringskurvor för förnör av örter och gräs i markbetäckningen. Kulbäcksliden—Svartberget.

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| * — * <i>Deschampsia flexuosa</i> . | x - - x <i>Dryopteris Linnæana</i> . |
| ◆ — ◆ <i>Geranium silvaticum</i> . | ◇ - - ◇ " <i>spinulosa</i> . |
| ▲ — ▲ <i>Majanthemum bifolium</i> . | △ - - △ <i>Trientalis europæa</i> . |
| ◇ — ◇ <i>Athyrium Filix femina</i> . | ◆ - - ◆ <i>Mulgedium alpinum</i> . |
| x — x <i>Dryopteris Phegopteris</i> . | (Se vidare tab. 14.) |

Elektrometrisk titration von herbstlich vergilbten Blättern aus der Bodenvegetation. Versuchsforst Kulbäcksliden—Svartberget.

beskaffenhet. Rika på sura men jämförelsevis fattiga på basiska buffertämnen äro förnorna av ljung, kråkris och lingon, rika på sura men samtidigt mindre fattiga på basiska buffertämnen äro förnorna av blåbär och odon (se fig. 16 och fig. 18). Mossorna, *Hylocomium parietinum* och *H. proliferum*, stå med hänsyn till förnans beskaffenhet nära barrträden (fig. 16).



Elektrometrische Titration von herbstlich vergilbten Blättern aus verschiedenen Standorten.

Det innebär intet överraskande att förnornas halt av sura och basiska buffertämnen växlar något efter lokalens beskaffenhet. Detta åskådliggöres bl. a. i fig. 20, där titreringskurvan för samma slags förnor, men från olika lokaler äro sammanställda. Trots denna växling måste man dock anse förnans beskaffenhet som en artegenskap, vilket bl. a. framgår av att förnor av olika växter från en och samma lokal visa stora olikheter sinsemellan.

I stort sett kan man säga, att barrträdens förnor utmärkas av rikedom på sura och fattigdom på basiska buffertämnen, lövträdens av mindre

halt av sura och större halt av basiska buffertämnen. Förnor av vissa ädla lövträd äga ringa eller små mängder sura, men betydande mängder basiska buffertämnen. Markvegetationen visar liknande olikheter. Avfallet av risen och mossorna är rikt på sura, men ofta mycket fattigt på basiska buffertämnen. Örternas förnor överensstämmer med lövträdens.

Av denna undersökning framgår sålunda, att redan de vissnade bladen innehålla sura, vattenlösliga ämnen. Behandlas förnorna med rent destillerat vatten i samma proportion som humusproven, erhålla vattenlösningarna p_H -värden, som tillhöra samma storleksordning som p_H -värdena i motsvarande skogstypers humustäcke. Överensstämmelsen är stundom förvånande stor, t. ex. p_H -värdet omkring 4,0 hos tall- och granbarr, ett värde, som är vanligt i förmultningsskiktet i tall- och granskogarnas humustäcke. Förnornas halt av sura buffertämnen är betydande och ofta större hos barr- än lövträden, medan motsatsen äger rum i avseende på de basiska buffertämnena. Humusbildningen i skogen, framförallt i barrskogen, arbetar sålunda med ett ursprungsmaterial, som redan i och för sig är rikt på sura ämnen. I vad mån dessa och de i förnan förekommande basiska buffertämnena influera på humusbildningen, framgår närmare av nästa kapitel.

3. Beskaffenheten av förnornas sura och basiska buffertämnen.

Innan vi gå närmare in på dessa frågor torde det vara lämpligt att åtminstone i någon mån söka belysa arten av de sura och basiska ämnena hos förnorna. Framförallt erbjuda de sura i det hänseendet ett betydande intresse. Behandlas ett surt humustäcke eller sur torv med utspädd ammoniak eller natronlut erhålles en mörkfärgad lösning. Om den kemiska konstitutionen av de mörkfärgade ämnen, som gå i lösning, känner man föga, men de bruka sammanfattas under namnet humussyror (ODÉN 1919, se även sid. 206). På denna reaktion har ODÉN (1919) grundat en metod att uppskatta en torvarts humifieringsgrad. Då jag snart fann, att alldeles oförmultnade förnor med ammoniak gävo liknande färglösningar som torv och råhumus, vände jag mig till professor ODÉN med en anhållan, att han ville företaga en sådan bestämning på de av mig insamlade och undersökta förnorna, vilken anhållan han med största välvilja tillmötesgick. Undersökningen utfördes av assistenten vid Tekniska Högskolans oorganiska laboratorium, fil. lic. FILIP OLSSON. Angående den använda metoden hänvisas till arbeten av ODÉN samt MELIN och ODÉN (ODÉN 1919, sid. 132—140, MELIN & ODÉN 1916 och 1920). Vad procentsiffrorna beträffa, så få de, strängt taget, icke tolkas

Tab. 9. Bestämning av humifieringsgraden hos förnör genom extraktion av »humus-syror» med natronlut.

Bestimmung des Humifizierungsgrades von unzersetzten, herbstlich vergilbten Blättern durch Extraktion von Humussäuren mit NaOH.

	Lokal **)	Fukt. %	Aska %	Humifieringsgrad i avseende på		Förh. Acid. hum.
				acid. huminc.	syntet. humus	Syntetisk humus
<i>Pinus silvestris</i> , grön	Dj.	6,25	3,66	20,0	5,7	3,52
» »	»	7,72	2,74	22,6	6,9	3,28
» »	F.	7,36	2,38	13,9	4,3*)	
» »	K. Sv.	8,72	1,83	25,8	7,7	3,35
<i>Picea excelsa</i>	»	7,85	5,02	30,4	9,5*)	
» »	Dj.	6,83	8,43	31,8	10,2	3,12
<i>Juniperus communis</i>	K. Sv.	7,56	5,23	31,8	9,8*)	
<i>Larix decidua</i>	Exp.	8,47	8,86	41,6	12,5	3,33
» <i>leptolepis</i>	»	6,96	8,43	83,4	24,4	3,42
<i>Vaccinium vitis idæa</i> , blad	V.	9,21	2,56	88,9	31,3	2,84
» » » ris	»	7,56	2,05	38,8	12,0*)	
» » » blad	K. Sv.	8,17	2,18	82,0	26,7	3,07
» » » ris	»	7,42	2,15	49,3	15,3	3,23
» <i>myrtilus</i>	»	5,12	4,98	58,2	17,8	3,27
» <i>uliginosum</i>	»	8,27	4,13	60,7	18,4*)	
<i>Empetrum nigrum</i>	»	7,26	2,83	37,8	11,1	3,41
<i>Calluna vulgaris</i>	»	8,07	3,05	31,3	9,7*)	
<i>Acer platanoides</i>	D.	7,53	11,30	23,3	8,1	2,88
<i>Alnus incana</i>	Exp.	7,60	9,34	27,9	9,3	3,00
» »	K. Sv.	9,74	5,28	42,1	13,0*)	
<i>Betula alba</i>	Exp.	6,84	5,21	37,5	11,6	3,23
» <i>pubescens</i>	K. Sv.	6,46	3,99	25,4	7,5	3,39
» <i>verrucosa</i>	»	4,90	3,88	30,8	9,5*)	
» »	F.	7,95	5,49	19,3	6,0*)	
<i>Corylus avellana</i>	D.	10,70	11,43	31,1	9,8	3,18
<i>Fagus silvatica</i>	Exp.	7,48	6,76	73,6	22,7*)	
<i>Fraxinus excelsior</i>	D.	10,81	15,29	26,1	8,3	3,14
<i>Populus tremula</i>	K. Sv.	8,11	5,39	30,6	9,5*)	
<i>Quercus robur</i>	D.	9,50	7,45	30,5	9,2	3,32
» »	Exp.	8,76	7,28	41,6	12,3	3,38
<i>Salix caprea</i>	K. Sv.	4,47	7,12	25,1	7,8	3,22
<i>Ulmus scabra</i>	D.	9,55	21,32	21,2	6,9	3,07
<i>Deschampsia flexuosa</i>	K. Sv.	8,19	2,37	3,8	1,2*)	
<i>Dryopteris Linnæana</i>	»	9,73	9,26	84,5	26,1*)	
» <i>Phegopteris</i>	»	12,00	11,68	31,7	9,8*)	
» <i>spinulosa</i>	»	11,40	9,56	91,0	28,1*)	
<i>Eupteris aquilina</i>	Dj.	9,17	8,45	45,5	14,9*)	
<i>Geranium silvaticum</i>	K. Sv.	12,60	9,48	40,2	12,5*)	
<i>Majanthemum bifolium</i>	»	9,20	7,05	8,6	2,6	3,31
<i>Mercurialis perennis</i>	D.	9,66	16,90	5,9	1,7	3,47
<i>Stachys silvatica</i>	»	8,09	11,83	11,7	3,6*)	
<i>Trientalis europæa</i>	K. Sv.	8,28	7,17	15,0	4,6*)	
<i>Mulgedium alpinum</i>	»	9,70	12,10	12,2	3,8*)	
<i>Hylocium parietinum</i>	St.	8,93	2,63	37,0	11,2	3,31
» <i>proliferum</i>	»	7,85	2,44	44,2	13,8	3,20

*) bestämda efter jämförelsetalet.

**) förkortningarnas betydelse se tab. 8, sid. 250—251.

som att bladet innehåller så och så många procent humussyra. Bestämningssmetoden är kolorimetrisk och grundar sig på en uppskattning av lösningens färgintensitet, när bladet eller humusprovet extraheras med ammoniak eller natronlut av en viss styrka. Som jämförelsevätska tjänar en humussyrelösning av viss, närmare angiven sammansättning. Då emellertid organiska ämnen av olika sammansättning kunna ge lika färglösningar, har man ej rätt att säga, att bladet innehåller en viss procent humussyra, utan endast att med natronlut (eller ammoniak) extraheras organisk färgad substans alldeles som om samma procent av bladet utgjordes av humussyra av samma sammansättning som jämförelsevätskans. Metoden har kommit till rätt stor användning vid bestämning av olika torvslags humifieringsgrad.

Vid den föreliggande undersökningen förfors på så sätt, att c:a 5 g av provet kokades under 30 min. i 300 ccm 2 % NaOH-lösning, vilket extraktionsmedel visat sig mest ändamålsenligt. Sedan lösningen kallnat, späddes den till 1,000 ccm. Efter 24 timmar undersöktes lösningen kolorimetriskt, varvid som jämförelselösningar användes dels *Acidum huminicum* (MERCK), dels en syntetisk pyrogallolhumus, framställd av ELLER och KOCH.

I tabell 9, sid. 259, redogöres för de erhållna resultaten. Procenterna äro beräknade på organisk substans (glödförlust).

För att underlätta bedömningen av de erhållna värdena meddelas i tab. 10 några på samma sätt utförda bestämningar av *Sphagnum*-torv i olika multningsgrader. Av undersökningen framgår, att bladen redan när de falla och innan de börjat multna innehålla betydande mängder i alkalier lösliga, mörkfärgade organiska ämnen och att de i detta hänseende förhålla sig som torv och råhumus. Man är dock härav ej berättigad att säga att bladen redan när de falla innehålla humussyror, men gent emot brukliga bestämningssmetoder för dessa ämnen förhålla de sig alldeles som torv och råhumus, vars sura egenskaper till väsentlig del tillskrivas humussyror. En granskning av de i tab. 9 meddelade värdena visar, att humussyrehalterna ej visa någon bättre överensstämmelse med p_H -värdena eller med de genom titrering bestämda mängderna sura buffertämnen. I bladen finnas därför även andra sura ämnen än humussyror. Vilka dessa äro, är för närvarande omöjligt att säga, men med kannedom om de levande bladens sammansättning kan man bl. a. tänka på följande ämnen. Oxalsyra förekommer ganska allmänt i blad, även såsom fri syra eller surt salt. Dess fysiologiska roll är ej fullt klarlagd, men den betraktas allmänt såsom en produkt av oxidations- och sönderdelningsprocesser av olika slag, varför dess halt i gamla, döende blad ej torde vara obetydlig. Andra syror, som också torde vara att tänka på, äro citronsyra, äpplesyra och

Tab. 10. Bestämning av humifieringsgraden hos torv genom extraktion av humussyror med natronlut.

Bestimmung des Humifizierungsgrades von Torf durch Extraktion mit NaOH.

	Sveriges geol. undersökn:s humif.-skala	Humifieringsgrad	
		Acid. hum.	Syntetisk humus
Sphagnumtorv	H ₈	137,2	50,9
»	H ₂	23,9	9,0
»	H ₅	52,8	19,0
»	H ₆	113,1	43,4
»	H ₈₋₉	93,8	35,5
»	H ₆₋₇	78,6	30,8
»	H ₂	28,9	11,2
»	H ₃	24,4	9,3
Skogsmosstorv	H ₈	90,8	34,4
»	H ₈	127,6	49,9
»	H ₇	75,0	29,5
Tallmosstorv	H ₇	92,7	36,5
Starrmosstorv	H ₄	77,4	29,8
»	H ₅	58,0	22,6
Starrtorv	H ₄₋₅	113,2	45,2
»	H ₈	57,0	21,3
Magnocaricetumtorv	H ₃	—	27,7
»	H ₃	—	19,3

liknande syror. Vad *Vaccinium*-arterna och särskilt lingon beträffar, innehålla ej blott frukterna, utan även bladen och stammarna benzoë-syra, som enligt undersökningar av MASON, GRIEBEL och NESTLER (se CZAPEK Bd III, sid. 468) hos dessa arter förekommer i fri form. Även garvsyror torde kunna spela en viktig roll hos en stor mängd blad. Halten av garvämnerna tilltar med bladets ålder, vilket bl. a. tydligt visats för barrträdens barr av KIRCHHOFF och KRACHT (CZAPEK Bd III, sid 506). Vad nu särskilt mossorna beträffar, har man ur deras membraner, t. ex. hos *Dicranum*-arter, medelst alkali extraherat en aromatisk förening, som blivit kallad *Dicranum*-garvsyra, liksom man ur *Sphagnum*-arterna på liknande sätt extraherat en fenol-artad kropp, sphagnol. Denna översikt, som ej åsyftar att vara fullständig, ger vid handen att när det gäller de vissna bladens eller förnornas sura buffertämnen man ej enbart behöver tänka på mörka humussyror, utan att det finnes en hel mängd andra ämnen, som kunna tänkas bidra till förnans sura egenskaper.

Vad åter de basiska buffertämnena beträffar, spelar säkerligen halten av assimilerbar kalk en ganska väsentlig roll. Kalken i bladet är sannolikt bunden vid svagare organiska syror och då dessa salter omsättas med HCl uppstå visserligen fria syror men med svagare dissociation än saltsyran, vilket bidrager att vid titreringen sänka väteionkoncentrationen. Även andra i bladet förekommande salter kunna tjänstgöra som basiska buffertämnen.

Till dessa nu nämnda ämnen kommer dessutom en grupp föreningar, som torde spela en mycket stor roll för förnans reaktion, nämligen de amfotera elektrolyterna eller amfolyterna. Med amfotera elektrolyter eller amfolyter förstås sådana, som allt efter omgivningens H-ion-koncentration kunna uppträda som syror eller baser. Hit höra flera mer komplicerat byggda organiska föreningar, bl. a. en del äggviteämnen och deras destruktionsprodukter.

Vad som i föreliggande kapitel anförts angående förnornas egenskaper med hänsyn till humusbildningen i marken torde lämpligen kunna sammanfattas på följande sätt:

Behandlas färska, osönderdelade förnor av ett stort antal skogsträd eller i skogsmark förekommande ris och örter med rent destillerat vatten erhållas sura lösningar.

Ske p_H -bestämningarna av förnorna i extrakt, beredda på samma sätt som med humusproven, erhållas reaktionstal av samma storleksordning, som utmärka humustäcket i skogsmarken.

Behandlas förnor med alkalier, erhållas bruna och svarta lösningar på samma sätt som vid analog behandling av torv och råhumus.

De extraherade halterna av mörkfärgade ämnen äro hos ett stort antal förnor av samma storleksordning som hos torv.

Förnorna visa ofta en betydande halt sura buffertämnen, vilket dock ej enbart är att söka i förekomsten av humussyreliknande kroppar, utan också i andra ämnen av sur natur.

Förnorna ha vanligen en betydande halt basiska buffertämnen. Dessa utgöras nog till en viktig del av kalksalter och andra mineralsalter, men även andra ämnen torde spela en roll.

I de vissna bladen finnas sannolikt amfolyter, som allt efter omständigheterna kunna uppträda som basiska eller sura buffertämnen.

Halterna av basiska och sura buffertämnen kunna växla med lokalens beskaffenhet, men äro dock artegenskaper.

I avseende på halterna av de olika buffertämnen råda väsentliga skillnader mellan barr- och lövträd, liksom mellan ris och örter.

Barrträdens förnor äro fattiga på basiska och rika på sura buffertämnen, lövträdens mindre rika på sura men mera rika på basiska buffertämnen. Analoga skillnader finnas mellan ris och örter.

Tab. 11. Assimilerbar kalk och p_H hos förnor.

Översiktstabell.

Beziehung zwischen p_H und Gehalt an CaO_{ass} von unzersetzten, herbstlich vergilbten Blättern.

p_H	3,5—3,9	4,0—4,4	4,5—4,9	5,0—5,4	5,5—5,9	6,0—6,4	6,5—6,9	7,0—7,4
CaO	0,25	0,30	0,33	0,15	0,29	0,63	0,73	1,99
»	0,61	0,33	0,40	0,48	0,63	0,67	0,81	2,64
»	0,64	0,33	0,40	0,57	0,72	0,70	1,31	—
»	0,83	0,36	0,70	0,79	0,90	0,82	1,47	—
»	0,96	0,47	0,70	0,93	1,09	0,87	2,40	—
»	1,13	0,53	0,72	0,99	1,16	1,12	—	—
»	—	0,62	0,81	—	1,46	1,31	—	—
»	—	0,67	0,86	—	—	1,84	—	—
»	—	—	1,04	—	—	2,35	—	—
»	—	—	1,27	—	—	3,70	—	—
»	—	—	1,37	—	—	—	—	—
Medeltal	0,57	0,45	0,78	0,65	0,89	1,40	1,34	2,31

Tab. 12. Elektrometrisk titrering av förnor.

Titreringsvärden angivna i p_H .Elektrometrische Titration von unzersetzten, herbstlich vergilbten Blättern. Titrierwerte in p_H .

Titrerings- vätska	<i>Pinus silvest- ris</i>	<i>Pinus silvest- ris</i>	<i>Picea excelsa</i>	<i>Larix lepto- lepis</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Betula verru- cosa</i>	<i>Betula verru- cosa</i>	<i>Betula pube- scens</i>	<i>Betula pube- scens</i>
	D p_H	F p_H	F p_H	E p_H	E p_H	K p_H	F p_H	K p_H	S p_H
HCl ccm	20	2,27	2,17	2,39	2,80	2,63	3,38	3,57	3,27
	18	2,32	2,22	2,44	2,87	2,68	3,38	3,67	3,33
	16	2,39	2,34	2,44	2,87	2,80	3,48	3,77	3,43
	14	2,44	2,39	2,56	2,92	3,65	3,93	3,70	3,29
	12	2,62	2,44	2,69	3,05	3,05	3,76	4,08	3,86
	10	2,79	2,56	2,79	3,22	3,10	3,96	4,22	4,17
	8	2,91	2,69	3,01	3,39	3,29	4,17	4,38	3,67
	6	3,07	2,86	3,24	3,51	3,46	4,43	4,64	4,62
	4	3,34	3,13	3,62	3,69	3,62	4,67	4,78	4,72
	2	3,57	3,57	3,77	3,84	3,74	5,02	4,97	5,20
	0	3,93	3,88	3,98	4,19	3,84	5,35	5,29	5,94
NaOH ccm	2	4,27	4,33	4,27	4,29	4,12	5,81	5,62	6,58
	4	4,64	4,83	4,64	4,40	4,33	6,33	5,98	7,16
	6	4,97	5,40	5,02	4,71	4,71	6,97	6,33	7,56
	8	5,26	5,93	5,43	5,23	5,12	7,25	6,59	8,01
	10	5,93	6,36	5,98	5,63	5,54	7,57	6,83	—
	12	6,28	6,88	6,54	5,92	5,82	—	7,07	—
	14	6,54	7,52	7,13	6,11	6,03	—	7,40	—
	16	6,83	—	7,56	6,39	6,22	—	—	—
	18	7,19	—	—	6,58	6,39	—	—	—
	20	7,82	—	—	6,81	6,53	—	—	—
	22	—	—	—	—	6,67	—	—	—
	24	—	—	—	7,20	6,86	—	—	—
	26	—	—	—	—	7,12	—	—	—

D = Djursholm. E = Experimentalfältet, Skogshögskolan. F = Fagerheden. K = Kulbäcksliden. S = Stensele, Nordanås, fjölårsblad.

Tab. 13. Elektrometrisk titrering av förnor. Titreringsvärden angivna i pH.

Titrerings- vätska	<i>Salix caprea</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Alnus incana</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Fagus silvatica</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Ulmus scabra</i>	<i>Corylus avellana</i>
	K	K	E	E	Dj	Dj	Dj	Dj	Dj
HCl ccm 20	3,48	3,22	3,29	3,06	3,39	2,69	3,67	5,54	4,27
18	3,60	3,27	3,45	3,13	3,45	2,74	3,93	5,62	4,38
16	3,69	3,38	3,62	3,24	3,62	2,79	3,98	5,76	4,48
14	3,86	3,55	3,67	3,24	3,81	2,91	3,98	5,85	4,67
12	4,01	3,70	3,83	3,39	4,08	3,01	4,08	6,07	4,97
10	4,12	3,86	3,98	3,45	4,67	3,19	4,33	6,16	5,40
8	4,33	4,07	4,33	3,50	4,72	3,29	4,54	6,33	5,62
6	4,60	4,33	4,49	3,62	4,97	3,45	4,64	6,45	5,85
4	4,97	4,62	4,84	3,78	5,26	3,67	5,16	6,54	6,24
2	5,40	5,02	5,17	3,88	5,62	3,83	5,63	6,68	6,36
0	6,16	5,54	5,72	4,04	5,76	4,08	5,90	6,95	6,54
NaOH ccm 2	6,92	5,98	6,09	4,14	6,07	4,33	6,29	7,25	6,88
4	7,64	6,50	6,38	4,33	6,45	4,43	6,81	7,52	7,19
6	8,18	6,93	6,82	4,59	7,44	4,72	7,08	—	7,56
8	—	7,33	7,34	4,84	8,13	5,35	7,33	—	—
10	—	7,64	7,78	5,11	—	5,76	—	—	—
12	—	—	—	5,50	—	6,19	—	—	—
14	—	—	—	5,78	—	6,54	—	—	—
16	—	—	—	6,12	—	6,83	—	—	—
18	—	—	—	6,44	—	7,16	—	—	—
20	—	—	—	6,65	—	7,44	—	—	—
22	—	—	—	6,98	—	—	—	—	—
24	—	—	—	7,10	—	—	—	—	—

Titrerings- vätska	<i>Hylocos- mium parietini- um</i>	<i>Hylocos- mium prolifera- rum</i>	<i>Vaccini- um vitis idæa 1</i>	<i>Vaccini- um vitis idæa 2</i>	<i>Empet- rum nigrum</i>	<i>Vaccini- um myrtil- lus</i>	<i>Euphe- ris aquilina</i>	<i>Stachys silvatica</i>
	S	S	V	V	K	K	Dj	D
HCl ccm 20	2,55	2,36	2,44	2,68	—	3,13	3,01	3,88
18	2,60	2,41	2,44	2,73	—	3,24	3,13	4,27
16	2,67	2,48	2,51	2,79	—	3,34	3,24	4,53
14	2,84	2,60	2,56	2,85	2,49	3,45	3,24	4,53
12	2,91	2,72	2,91	2,96	2,61	3,57	3,34	4,72
10	3,03	2,84	3,01	3,01	2,83	3,67	3,50	4,91
8	3,20	3,03	3,13	3,13	2,95	3,77	3,75	5,16
6	3,33	3,20	3,39	3,32	3,07	3,98	3,93	5,54
4	3,55	3,43	3,77	3,44	3,24	4,08	4,14	5,90
2	3,82	3,72	3,93	3,67	3,51	4,27	4,22	6,24
0	3,81	4,32	4,19	3,82	3,84	4,48	4,48	6,42
NaOH ccm 2	4,10	4,75	4,64	3,98	4,21	4,78	4,78	6,80
4	4,50	5,12	4,91	4,24	4,52	5,07	5,11	7,19
6	4,86	5,72	5,94	4,54	4,95	5,54	5,44	7,59
8	5,56	6,15	6,81	4,73	5,38	5,98	5,85	7,97
10	6,34	6,61	7,36	5,16	6,03	6,33	6,20	—
12	6,89	7,06	8,05	5,40	6,56	6,68	6,81	—
14	7,32	7,40	—	5,94	7,09	6,92	7,36	—
16	—	—	—	6,46	7,50	7,25	—	—
18	—	—	—	6,68	—	7,47	—	—
20	—	—	—	6,81	—	—	—	—
22	—	—	—	6,96	—	—	—	—

D = Dalby hage, Skåne. Dj = Djursholm. E = Experimentalfältet, Skogshögskolan. K = Kulbäcksliden. S = Stensele, Lappland. V = Vaggeryd, Småland. 1 = blad, 2 = stammar.

Tab. 14. Elektrometrisk titrering av förnor. Titreringsvärden angivna i pH.

Titrerings- vätska	<i>Picea excelsa</i>	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Juniperus communis</i>	<i>Alnus incana</i>	<i>Vaccinium vitis idæa Folia</i>	<i>Vaccinium vitis idæa</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>Calluna vulgaris</i>
	K	K	K	K	K	K	K	K
HCl ccm 20	2,00	2,11	2,25	3,60	2,41	2,34	3,15	2,07
18	2,07	2,11	2,32	3,70	2,46	2,46	3,27	2,13
16	2,12	2,15	2,37	3,82	2,53	2,53	3,37	2,20
14	2,25	2,29	2,49	3,98	2,65	2,65	3,44	2,32
12	2,37	2,33	2,61	4,14	2,75	2,82	3,55	2,42
10	2,49	2,46	2,72	4,29	2,88	3,00	3,70	2,54
8	2,61	2,58	2,89	4,40	3,00	3,22	3,88	2,66
6	2,71	2,75	3,01	4,60	3,10	3,38	3,98	2,89
4	2,84	2,92	3,18	4,81	3,32	3,65	4,08	3,06
2	3,11	3,27	3,39	5,21	3,50	3,98	4,33	3,46
0	3,57	3,77	3,89	5,49	3,77	4,29	4,45	3,89
NaOH ccm 2	3,67	4,08	4,00	5,68	4,08	4,71	4,71	4,05
4	4,00	4,45	4,26	6,06	4,29	5,21	4,95	4,26
6	4,37	4,81	4,57	6,32	4,71	5,78	5,30	4,47
8	4,71	5,30	5,25	6,60	5,10	6,42	5,68	4,66
10	5,22	5,87	5,63	7,01	5,48	7,00	6,06	5,02
12	5,64	6,49	6,36	7,52	6,23	7,75	6,32	5,30
14	6,19	7,15	6,84	—	6,85	—	6,68	5,90
16	6,65	7,76	7,22	—	7,42	—	6,98	6,36
18	7,18	—	7,78	—	7,99	—	7,27	6,84
20	—	—	—	—	—	—	7,52	7,34
22	—	—	—	—	—	—	—	7,86

Titrerings- vätska	<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Athyrium Filix femina</i>	<i>Dryopteris Linnæana</i>	<i>Dryopteris Phegopteris</i>	<i>Dryopteris spinulosa</i>	<i>Trientalis europæa</i>	<i>Majanthemum bifolium</i>	<i>Geranium silvaticum</i>	<i>Mulgedium alpinum</i>
	K	K	K	K	K	K	K	K	K
HCl ccm 20	2,16	3,51	3,60	3,45	3,34	3,77	3,50	3,15	5,25
18	2,23	3,62	3,70	3,50	3,39	3,89	3,55	3,15	5,49
16	2,33	3,72	3,88	3,68	3,56	4,05	3,70	3,22	5,68
14	2,40	3,85	3,98	3,83	3,72	4,15	3,81	3,32	5,98
12	2,52	3,95	4,14	3,88	3,89	4,26	3,98	3,38	5,96
10	2,70	4,10	4,29	4,14	4,05	4,41	4,14	3,45	6,06
8	2,92	4,31	4,45	4,40	4,31	4,66	4,34	3,50	6,18
6	3,22	4,52	4,71	4,71	4,57	4,76	4,55	3,66	6,29
4	3,65	4,77	4,86	5,11	4,86	5,06	4,76	3,78	6,37
2	4,61	5,11	5,00	5,46	5,35	5,35	5,00	3,88	6,46
0	5,17	5,64	5,10	5,93	5,96	5,87	5,21	4,14	6,55
NaOH ccm 2	5,50	5,90	5,40	6,25	6,18	6,15	5,59	4,30	6,68
4	6,61	6,37	5,59	6,65	6,70	6,53	5,87	4,30	6,93
6	7,45	7,03	6,05	7,11	7,29	7,05	6,23	4,40	7,15
8	—	7,72	6,42	7,45	7,72	7,62	6,68	4,51	7,52
10	—	—	6,71	7,86	—	8,22	6,93	4,61	7,92
12	—	—	7,00	—	—	—	7,19	4,82	—
14	—	—	7,18	—	—	—	7,52	4,96	—
16	—	—	7,38	—	—	—	—	5,11	—
18	—	—	7,59	—	—	—	—	5,36	—
20	—	—	—	—	—	—	—	5,60	—
22	—	—	—	—	—	—	—	5,88	—
24	—	—	—	—	—	—	—	6,02	—
26	—	—	—	—	—	—	—	6,25	—
28	—	—	—	—	—	—	—	6,38	—
30	—	—	—	—	—	—	—	6,56	—
32	—	—	—	—	—	—	—	6,78	—
34	—	—	—	—	—	—	—	6,94	—
36	—	—	—	—	—	—	—	7,11	—

K = Kulbäcksliden.

Tab. 15. Elektrometrisk titrering av förnor från olika lokaler. Titreringsvärden angivna i p_H .

Titrerings- vätska	<i>Acer platanoides</i> Ex	<i>Betula verrucosa</i> K	<i>Betula verrucosa</i> F	<i>Betula pubescens</i> K	<i>Betula alba</i> Ex	<i>Fagus silvatica</i> Ex	<i>Fagus silvatica</i> D	<i>Quercus robur</i> Ex	<i>Quercus robur</i> D
HCl ccm 20	3,06	3,38	3,57	3,27	—	2,90	3,39	2,77	2,69
18	3,13	3,38	3,67	3,33	—	3,00	3,45	2,89	2,74
16	3,24	3,48	3,77	3,43	—	3,07	3,62	2,99	2,79
14	3,24	3,65	3,93	3,70	3,51	3,24	3,81	3,17	2,91
12	3,39	3,76	4,08	3,86	3,69	3,39	4,08	3,29	3,01
10	3,45	3,96	4,22	4,17	3,84	3,57	4,67	3,46	3,19
8	3,50	4,17	4,38	4,38	3,94	3,84	4,72	3,57	3,29
6	3,62	4,43	4,64	4,62	4,17	4,07	4,97	3,79	3,45
4	3,78	4,67	4,78	4,72	4,38	4,27	5,26	4,02	3,67
2	3,88	5,02	4,97	5,20	4,58	4,58	5,62	4,23	3,83
0	4,04	5,35	5,29	5,94	4,74	4,99	5,76	4,59	4,08
NaOH ccm 2	4,14	5,81	5,62	6,58	4,94	5,48	6,07	4,96	4,33
4	4,33	6,33	5,98	7,16	5,18	6,18	6,45	5,31	4,43
6	4,59	6,97	6,33	7,56	5,39	6,80	7,44	5,69	4,72
8	4,84	7,25	6,59	8,01	6,23	7,18	8,13	6,35	5,35
10	5,11	7,57	6,83	—	6,85	7,56	—	6,71	5,76
12	5,50	—	7,07	—	7,23	7,83	—	7,10	6,19
14	5,78	—	7,40	—	7,61	—	—	7,31	6,54
16	6,12	—	—	—	—	—	—	7,57	6,83
18	6,44	—	—	—	—	—	—	7,72	7,16
20	6,65	—	—	—	—	—	—	—	7,44
22	6,98	—	—	—	—	—	—	—	—
24	7,10	—	—	—	—	—	—	—	—

D = Dalby hage. Ex = Experimentalfältet. F = Fagerheden. K = Kulbäcksliden.

Vid de titreringar av förnor och humusformer, som omnämnas i föreliggande avhandling, uppslammades som förut nämnts, jorden eller bladpulvret i en 0,1 n KCl-lösning. Då det för ett noggrannare bedömande av titreringskurvorna är av betydelse att känna KCl-lösningens egen titreringskurva, medelas här nedan denna. Analysen visar att KCl-lösningen ej är fullt neutral, utan något sur med ett p_H av 6,7. Den är sålunda något hydrolyserad, vilket stämmer med uppgifterna i Landolt—Börnsteins tabeller, uppl. 5, sid. 1169.

Tab. 16. Elektrometrisk titrering av 200 ccm 0,1 n KCl.

Elektrometrische Titration von 200 ccm 0,1 n KCl.

HCl ccm	p_H	HCl ccm	p_H	NaOH ccm	p_H	NaOH ccm	p_H
20	2,07	9	2,38	0,1	7,38	3,0	10,96
19	2,07	8	2,45	0,2	8,94	4,0	11,18
18	2,12	7	2,51	0,3	9,34	5,0	11,24
17	2,12	6	2,56	0,4	9,61	6,0	11,29
16	2,12	5	2,61	0,5	9,75	—	—
15	2,12	4	2,73	0,6	9,93	—	—
14	2,19	3	2,85	0,7	10,12	—	—
13	2,19	2	3,01	0,8	10,18	—	—
12	2,26	1	3,39	0,9	10,24	—	—
11	2,26	—	—	1,0	10,37	—	—
10	2,33	0	6,70	2,0	10,72	—	—

KAP. X. Humustäckets halt av sura och basiska buffertämnen och dess beroende av förnans beskaffenhet, humusens multningsgrad och andra faktorer.

Titreras ett extrakt av ett humustäcke med natronlut och saltsyra visar det sig att lösningen är mycket buffertfattig. I figg. 21 och 22 återges titreringskurvor för fyra råhumusformer, två från mera högproduktiva och två från lågproduktiva skogar. I båda fallen ha förmultnings- och humusämneskikt hållits i sär. Titreringen har utförts på 25 ccm extrakt (silat genom silskiva av porslin), berett genom 10 g jords behandling med 100 ccm 0,1 n KCl-lösning. Titreringskurvorna visa en påfallande överensstämmelse med varandra. Lösningarna äro mycket fattiga såväl på sura som basiska buffertämnen. En halv till en ccm 0,1 n natronlut neutraliserar fullständigt lösningen eller gör den utpräglad alkalisk. Extrakten från de mer produktiva skogarna, Glindran och Dybromon, äro dock något mindre rika på sura ämnen än extrakten från de mindre produktiva, Rokliden och Kulbäcksliden. Halten av basiska buffertämnen är ingen eller minimal, saltsyregrenen i titreringskurvan ligger till vänster om KCl-linjen (se härom sid. 251—252).¹ Titreringsens resultat visar sålunda att lösningarna äro mycket svaga, men då ändock väteionkoncentrationen är ganska hög, är dissociationen tydligen ganska stor, ehuru de företagna undersökningarna ej tillåta någon närmare bestämning av dissociationsgraden.

Humusextrakten utgöras sålunda av med hänsyn till koncentrationen mycket svaga lösningar av tämligen starkt dissocierade humussyror eller andra organiska syror. Det nederbördsvatten, som passerat ett råhumustäcke och där utlöst sura ämnen, kan sålunda längre ned i marken lätt neutraliseras.²

Ett helt annat begrepp om de i humustäcket förefintliga sura och basiska buffertämnena erhålles, om vid titreringen jorden hålles uppslammad i titreringsvätskan. Dylika titreringskurvor bliva då fullt analoga med dem, som utförts med pulveriserad förna. Då såväl vätskemängder som i vätskorna uppslammade substansmängder alltid varit desamma, nämligen 5 g jord (el. bladpulver) i 200 ccm 0,1 n KCl-lösning, kunna de olika kurvorna väl jämföras med varandra.

För studiet av de faktorer, som påverka humustäckets halt av sura och alkaliska buffertämnen, torde det vara lämpligt att börja med de i fig. 23 återgivna kurvorna. Samtliga hänföra sig till råhumusformer i ren barrskog och visa egenskaperna hos förmultnings- och humusämneskikten. Tre olika lokaler äro representerade nämligen ett barrbland-

¹ I dessa liksom följande figurer är KCl-linjen heldragen och utan punkter eller kors.

² Se även diskussionen sid. 360.

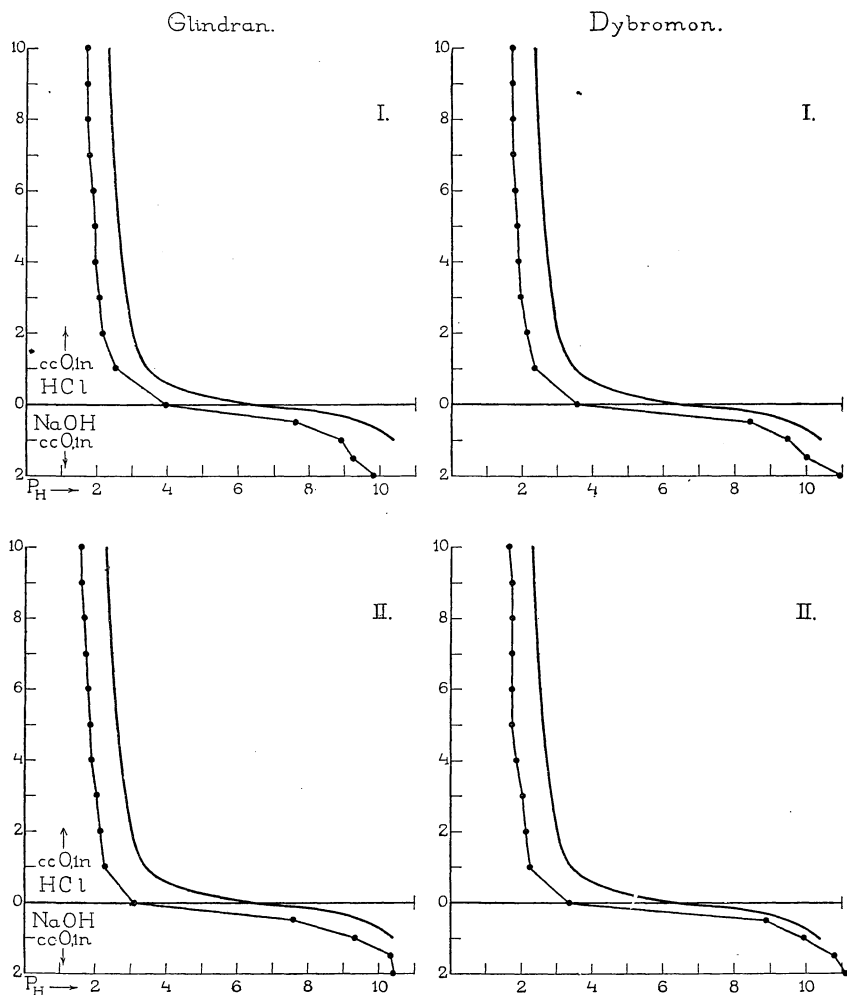


Fig. 21. Elektrometrisk titrering av råhumusextrakt. Högproduktiva skogstyper. Glin dran, mossrik barrblandskog med rent mosstäcke (sid. 399:1). Dybromon, mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ (sid. 400:3). I = F-skiktet. II = H-skiktet. Elektrometrische Titration von Rohhumusextrakten. Hochproduktive Wälder. Glin dran, moosreicher Nadelmischwald mit reiner Moosdecke. Dybromon, moosreicher Kiefernwald von *Vaccinium*-Typus. I = Vermoderungsschicht. II = Humusstoffschicht.

bestånd vid Glin dran i Jönåkers häradsallmänning (slutet bestånd med rent mosstäcke, se sid. 399: 1), ett annat, yngre liknande bestånd nära Ånge i Medelpad (beskr. sid. 441) och ett äldre granbestånd å Kulbäckslidens försökspark (mossrik granskog av *Vaccinium*-typ, se sid. 465: 2). De två förstnämnda representera goda växtkraftiga bestånd, det sistnämnda ett nästan oväxtligt. Ett gemensamt drag hos samtliga kurvorna är att förmult-

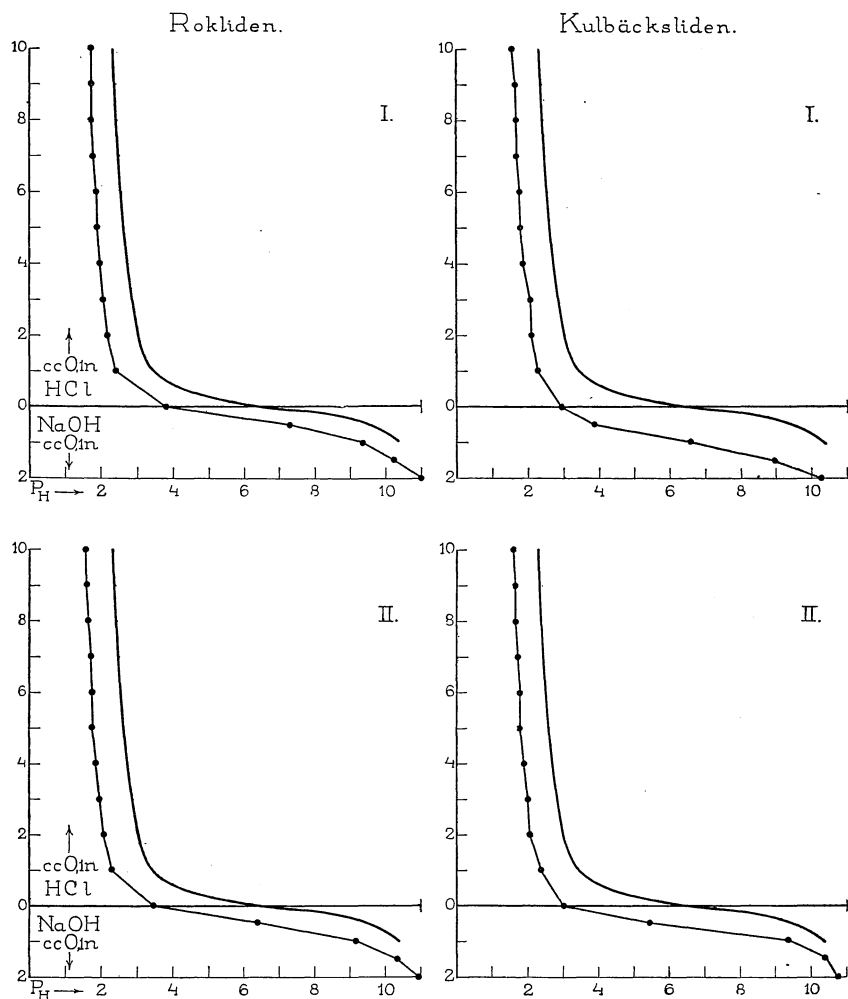


Fig. 22. Elektrometrisk titrering av råhumusextrakt. Lågproduktiva skogar. Rokliden, mossrik granskog av *Dryopteris*-typ (sid. 481). Kulbäcksliden, mossrik granskog av *Vaccinium*-typ (sid. 465: 2). I = F-skiktet. II = H-skiktet. Elektrometrisk titration von Rohhumusextrakten. Schwach produktive Nadelwälder. Rokliden, moosreicher Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus. Kulbäcksliden, moosreicher Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus. I = Vermoderungsschicht. II = Humusstoffschicht.

ningsskiktet visar en högre halt alkaliska buffertämnen än humusämneskiktet. De växtliga bestånden (Jönåker, Ånge) utmärkas av högre halter alkaliska buffertämnen än det oväxtliga, medan humusämneskiktet i detta avseende visar mera obetydliga skillnader. I samtliga tre fallen har salt-syregrenen i det närmaste samma förlopp, den sammanfaller nästan med KCl-linjen, varvid det dock förtjänar anmärkas, att det dåliga Kulbäcks-

lidsbeståndet utmärkes av att dess saltsyregren ligger längst till vänster. Vad de sura buffertämnen beträffar, är resultatet mer växlande. I två fall är halten lägre än i förmultningsskiktet (Ånge, Kulbäcksliden), i det tredje däremot är halten högre. För diskussionen bör då först anmärkas att i samtliga tre fallen p_H -värdena äro lägre i humusämne- än i förmult-

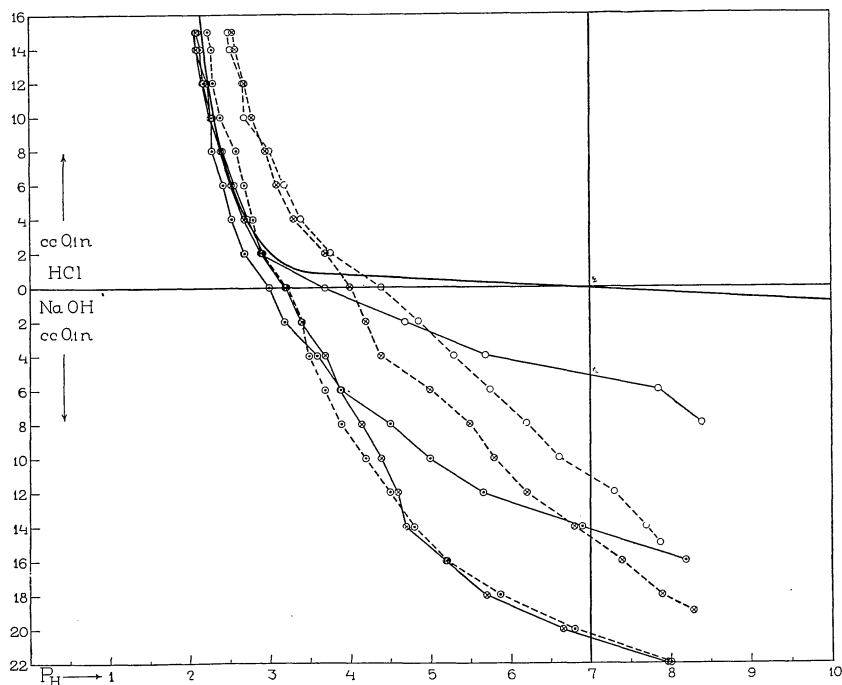


Fig. 23. Elektrometrisk titrering av råhumusformer i ren barrskog. Ånge och Jönåker, slutna bestånd med rent mosstäcke. Kulbäcksliden, mossrik granskog av *Vaccinium*-typ.

○ --- ○ Ånge, F. ⊗ --- ⊗ Jönåker, F. ⊙ --- ⊙ Kulbäcksliden, F.
 ○ ——— ○ » H. ⊗ ——— ⊗ » H. ⊙ ——— ⊙ » H.
 (Se vidare tab. 19, sid. 290).

Elektrometrische Titration von Rohhumusformen in reinen Nadelwäldern. Ånge und Jönåker, Bestände mit reiner Moosdecke. Kulbäcksliden, Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus. In diesen und folgenden Figuren bedeutet F Vermoderungsschicht, H Humusstoffschicht.

ningsskiktet, d. v. s. humusämneskiktet har i alla tre fallen gett en surare lösning. I provet från Jönåker är glödförlusten något större i humusämne- än i förmultningsskiktet, i de båda andra mindre, men som en enkel räkning ger vid handen, stå halterna av sura buffertämnen ej i någon direkt relation till glödförlusterna. Till en närmare undersökning av frågan återkommer jag emellertid längre fram, sedan en del andra kurvor diskuterats.

Titrieringskurvor, överensstämmande med dem, som erhållas av humus-täcket i de växtkraftiga Jönåkers- och Ånge-bestånden erhållas även från

andra växtkraftiga barrskogsbestånd. Som exempel kan anföras skogsavdelningens gallringsyta nr 40 vid Bispgården (mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ), utmärkt av sin höga växtlighetsgrad. (SCHOTTE 1917, sid. 12 och specialbeskrivningen sid. 448). Såväl inom den gallrade som den ogallrade ytan har förmultningsskiktet avsevärda mängder basiska

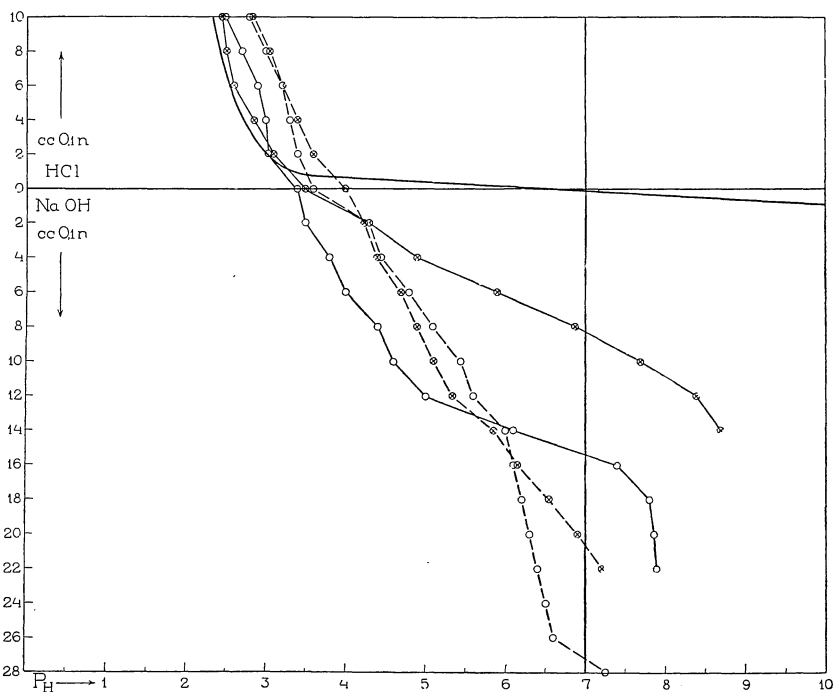


Fig. 24. Elektrometrisk titrering av råhumus från gallrade och ogallrade bestånd i tallskog. Bispgården, mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ.

(×) — (×) Ogallrad, F. (○) — (○) Gallrad, F.
(×) — (×) » H. (○) — (○) » H.

(Se vidare tab. 20, sid. 290).

Elektrometrische Titration von Rohhumus aus Kiefernwäldern bei Bispgården. Moosreicher Kiefernwald von *Vaccinium*-Typus. Ogallrad = undurchforstet, gallrad = durchforstet.

buffertämnen. Även vid titreringen av humusämneskiktet ligger salt-syregrenen till höger om KCl-linjen. I såväl den gallrade som den ogallrade ytan är halten sura buffertämnen lägre i humusämne- än i förmultningsskiktet, se fig. 24. Det förra har dock surare reaktion och olikheterna i avseende på halten sura buffertämnen stå ej i någon direkt relation till glödförlusten. Titreringskurvor av liknande typ som de här skildrade har även råhumustäckets (fig. 25) i en äldre granskog av *Dryopteris*-typ vid Roklidens försöksfält i Piteå revir (beskr. sid. 481). I de i tab. 19 och fig. 23 återgivna titreringsserierna kännetecknades de, som representera det dåliga granbeståndet på Kulbäckslidens för-

sökspark, av sin ringa halt basiska buffertämnen. Saltsyregrenen för förmultningsskiktet ligger blott obetydligt till höger om KCl-linjen, för humusämneskiktet något till vänster. Av de hittills skildrade humusformerna är denna den minst gynnsamma, utpräglat råhumusartad med ringa omsättning, medan de andra antingen representera godartade hu-

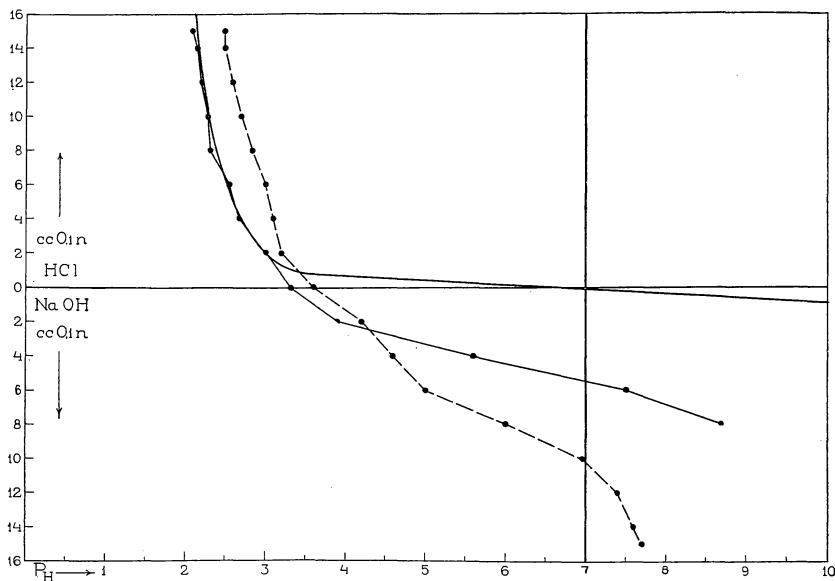


Fig. 25. Elektrometrisk titrering av råhumus i äldre granskog av *Dryopteris*-typ. Rokliden.

● — ● F-skiktet. ● — ● H-skiktet.

(Se vidare tab. 20, sid. 290).

Elektrometrische Titration von Rohhumus aus einem älteren Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus. Rokliden.

musformer eller sådana, som på hyggen ganska snart reagera i en gynnsam riktning (beståndet i Rokliden).

I fig. 26 och tab. 28 har jag sammanställt en del titreringsserier för rena barrskogsbestånd, vilka serier visa stor överensstämmelse emellan. De utmärka sig samtliga för en ringa halt basiska buffertämnen, medan halten sura buffertämnen växlar, men i de flesta fall ej är påfallande stor. De humusformer, som i fig. 26 äro representerade, äro följande, nämligen det tunna humustäcket i de väl slutna bestånden av gran och silvergran i Schwarzwald, råhumus från oväxtlig granskog å Kulbäckslidens försökspark samt svårartad råhumus från granskogarna kring Storuman, Rönnliden. I de slutna barrbestånden i Schwarzwald har humustäcket ingalunda råhumuskaraktär, det är tvärtom ganska tunt och luckert, vid oförsiktig glesställning i bestånden bildas emel-

lertid lätt en svårartad råhumus (se närmare sid. 382). Av de övriga, mera utpräglade råhumusformerna utmärka sig de från Rönnlidens granskogar av en mycket ringa halt basiska buffertämnen, medan mängden

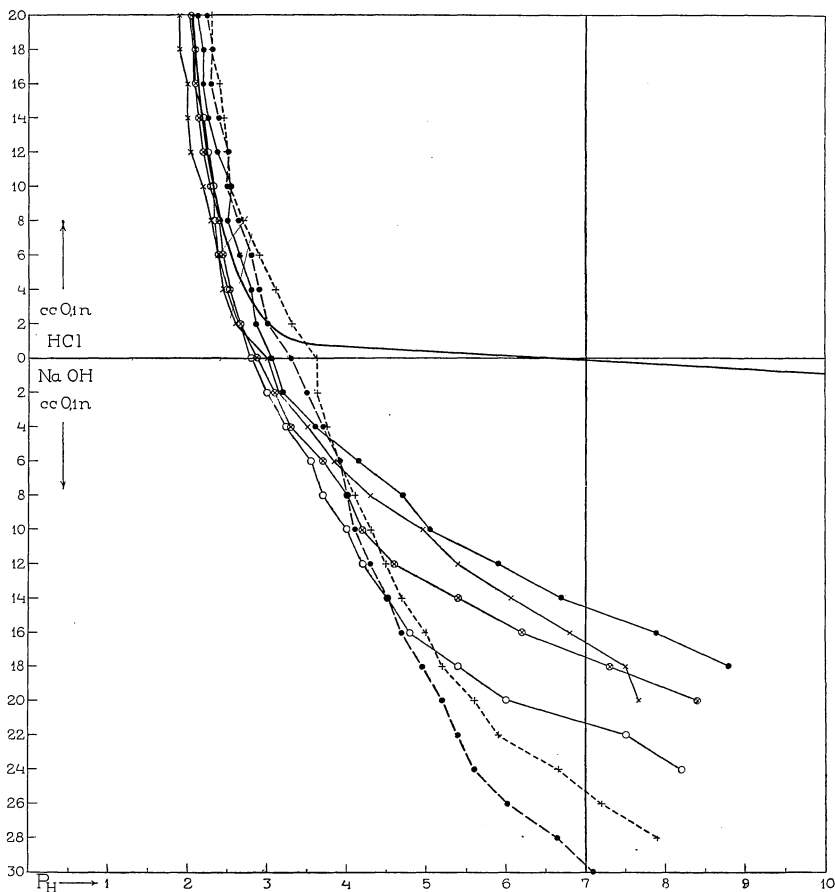


Fig. 26. Elektrometrisk titrering av humusformer i barrskog.

- × - - - × Silvergranskog, Schwarzwald, F-skiktet
- × — × Granskog, Schwarzwald, H-skiktet.
- — ● Kulbäcksliden, granskog, F-skiktet.
- — ● „ „ „ H-skiktet.
- ⊗ — ⊗ Lubbträsk, granskog, F-skiktet.
- — ○ Rönnliden, „ „ F & H-skiktet.

(Se vidare tab. 28, sid. 295).

Elektrometrische Titration von Humusformen aus Nadelwäldern. Granskog = Fichtenwald, silvergranskog = Tannenwald.

sura ej är påfallande stor. Av de hittills analyserade kurvorna synes det alltså framgå, som om det vore halten basiska eller alkaliska buffertämnen, som bestämde humustäckets karaktär och egenskaper, medan de sura buffertämnena ej skulle ha

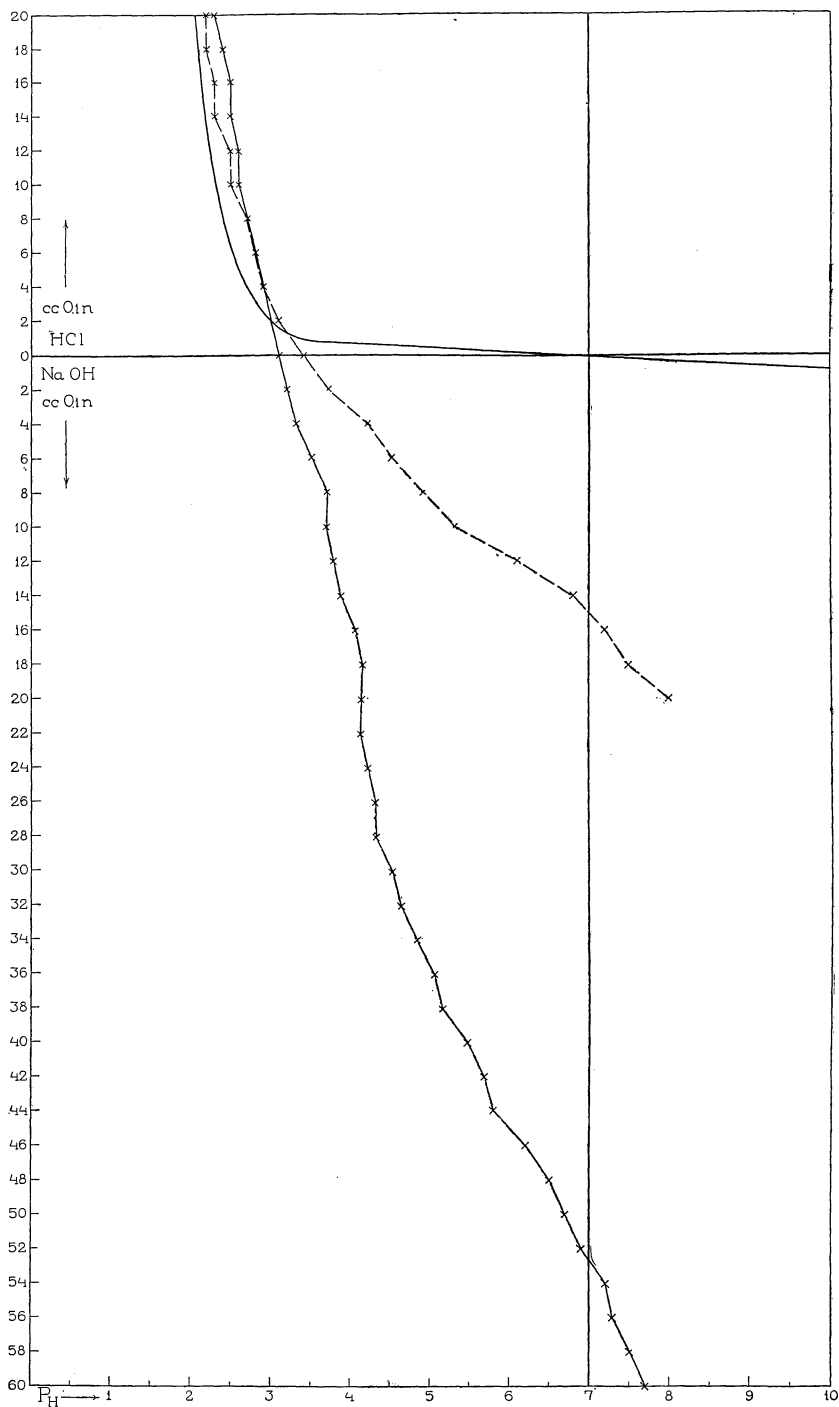


Fig. 27. Elektrometrisk titrering av råhumus i mossrik tallskog efter brand. Sandvik vid Storuman, Stensele.

× — — × F-skiktet, × — — × H-skiktet.

(Se vidare tab. 27, sid. 294).

Elektrometrisk Titration von Rohhumus aus einem moosreichen Kiefernwald, entstanden nach Waldbrand.

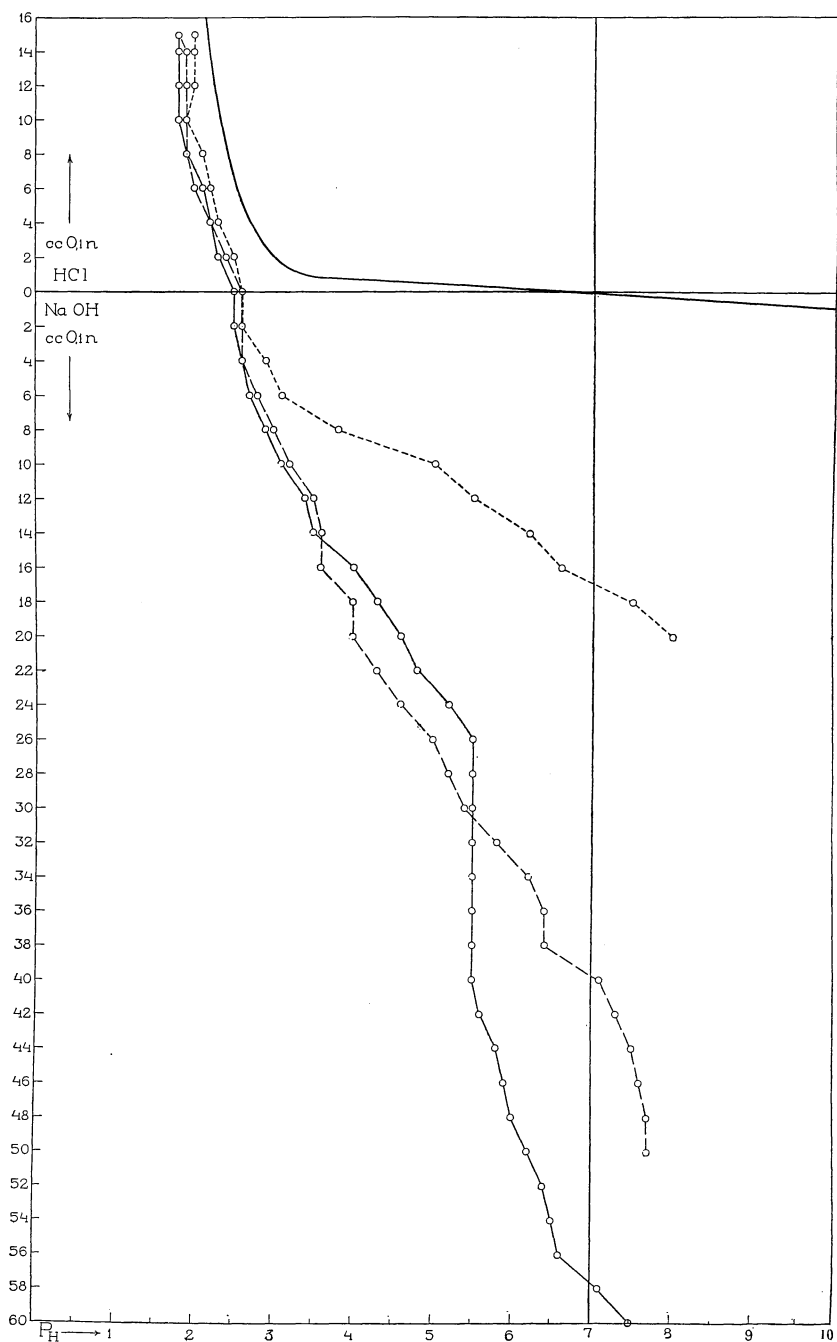


Fig. 28. Elektrometrisk titrering av mycket svårartad råhumus. Suodasholmen, Arjeppluog.

○ - - - ○ Yttagret. ○ - - - ○ Mellanlagret. ○ — ○ Bottenlagret.
(Se vidare tab. 27, sid. 294).

Elektrometrische Titration von ungemein schlechten Rohhumusformen. Yttagret = Oberste Schicht. Mellanlagret = Zwischenschicht. Bottenlagret = Untere Schicht.

samma framträdande roll. Detta belyses ytterligare av de kurvor, som äro återgivna i fig. 27 och fig. 28 och närmare registrerade i tab. 27. I fig. 27 återges titreringskurvorna för humustäcket i en vacker, växtlig tallskog, uppkommen efter brand (beskr. sid. 493: 6). Humustäcket är tunt, luckert och så vitt man kan döma av dess struktur statt under en livlig omsättning. Halten av sura buffertämnen är betydande, framför allt i humusämneskiktet, samtidigt är emellertid halten basiska avsevärd. För båda humusskikten ligger saltsyregrenen till höger om KCl-linjen. Fig. 28 representerar den mest utpräglade råhumus, som jag hittills observerat. Det är en ända till 60 cm mäktig av *Hylocomia* och bärris bildad, torvartad råhumus, som kommit till utbildning på en mindre holme i Hornavan, Arjepluogs sn i Lappland (närmare beskr. sid. 495). Vad som skiljer titreringskurvorna för denna, exceptionellt svåra råhumus från den nyss skildrade, mera gynnsamma humusformen är icke halten sura buffertämnen, olikheten är här obetydlig eller mindre framträdande. Det är mängden basiska buffertämnen, som synes vara avgörande. Hos den särskilt utpräglade råhumusformen ligger saltsyregrenen till vänster om KCl-linjen, vilket visar att den till jorduppslamningen tillsatta saltsyran ej bindes av några basiska ämnen, utan att dess väteioner endast adderas till förut i vätskan befintliga. Till en närmare diskussion av betydelsen av de basiska buffertämnena återkommer jag längre fram.

Titreringskurvan för barrskogens förmultningsskikt liknar mycket förnan av t. ex. tall eller gran eller av husmossor och man får av dess form ett starkt intryck av förnans betydelse för humustäckets karaktär. Ännu starkare blir detta intryck om man närmare undersöker inverkan på humustäcket av en lövträdsinblandning i barrskogen. För en sådan undersökning lämpa sig i synnerhet serierna i fig. 29 och tab. 21. Här illustreras humustäckets förhållande i fyra olika bestånd, nämligen en yngre, starkt växtlig, efter brand uppkommen björkblandad granskog, en äldre luckig, ren granskog, björkgrupp med gran i den subalpina björkregionen i Jämtland samt en öppen, med ris och gles gran bevuxen plats bredvid nämnda björkgrupp (beskr. sid. 453). Närmast jämförbara med varandra äro de båda granskogstyperna samt björkgruppen och den öppna platsen. Av fig. 29 framgår tydligt den mäktiga ökning i mängden basiska buffertämnen, som björklövet framkallar. Saltsyregrenen ligger starkt till höger om KCl-linjen, medan när björk saknas, saltsyregrenen nästan sammanfaller med densamma. Vad de sura buffertämnena beträffar, förekomma dessa till större mängd i humustäcket utan björklöv.

Den karaktär, som tydligt framträder i dessa kurvor från björkblandade granskogar, återfinner man allmänt i Norrlands lövblandade barr-

skogar. Dylika ha oftast uppkommit efter skogsbrand eller på gamla svedjor. I fig. 30 och tab. 22 äro sammanställda några titreringsserier för dylika skogar.

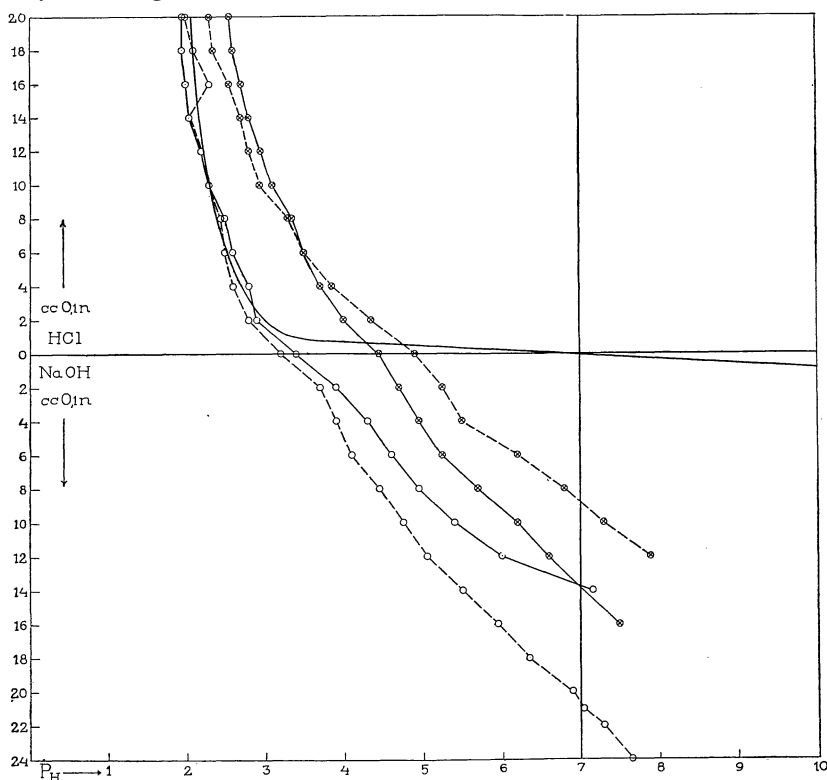


Fig. 29. Elektrometrisk titrering av humus från skogar med och utan björk. Jämtland, trakten av Dunnervattnet.

- ⊗ — ⊗ Björkblandad granskog.
 - ⊗ — ⊗ Björkgrupp med gran i subalpin björk-granskog.
 - — ○ Äldre granskog utan björk.
 - — ○ Öppet parti med endast gran i subalpin björk-granskog.
- (Se vidare tab. 21, sid. 291).

Elektrometrische Titration von Humus aus Nadelwäldern mit und ohne Einmischung von Birke. Björkblandad granskog = mit Birken eingemischter Fichtenwald. Äldre granskog utan björk = älterer Fichtenwald ohne Birke. Björkgrupp med gran i subalpin gran-björkskog = Birkengruppe mit Fichte im subalpinen Fichten-Birkenwald. Öppet parti med gran i subalpin gran-björkskog = lichter Teil mit nur Fichten im subalpinen Fichten-Birkenwald.

I fig. 30 och i tab. 22 äro följande bestånd representerade. Björkbladdade gran- och tallbeståndet å svedja i närheten av Bodsjö by i Bodsjö sn i Jämtland hör till de växtkraftigaste. Beståndet växer vid basen av en moränklädd sluttning och utmärker sig för en tämligen stor örtrikedom i markbetäckningen, (se närmare sid. 443). Tre olika platser i beståndet äro representerade, en med *Anemone hepatica*, en med *Fragaria vesca* och slutligen en med mera rent övervägande ris i markbetäckningen. Från Kölsillre i Haverö sn i Medelpad äro tvenne vackra bestånd representerade, likaledes

uppkomna på sved; blandbeståndet är rikare blandat med lövträd än granbeståndet; båda utmärkta av hög växtlighet (se närmare sid. 438). Till dessa å svedjor uppkomna bestånd komma tvenne, som uppstått å brandfält. Det ena utgöres av en yngre björkblandad granskog ovanför Storuman mellan Slussfors och Nordanås (se närmare sid. 493: 5), det andra ett c:a 80-årigt bestånd av gran, tall, björk och asp å bränna å Aggbergets kronopark i Degerfors revir i Västerbottens län (se närmare sid. 474: 13).

I fig. 30 framträder tydligt saltsyregrenens starka avvikelse från KCl-linjen. Mest utpräglade i detta fallet äro humusproven från de örtrika

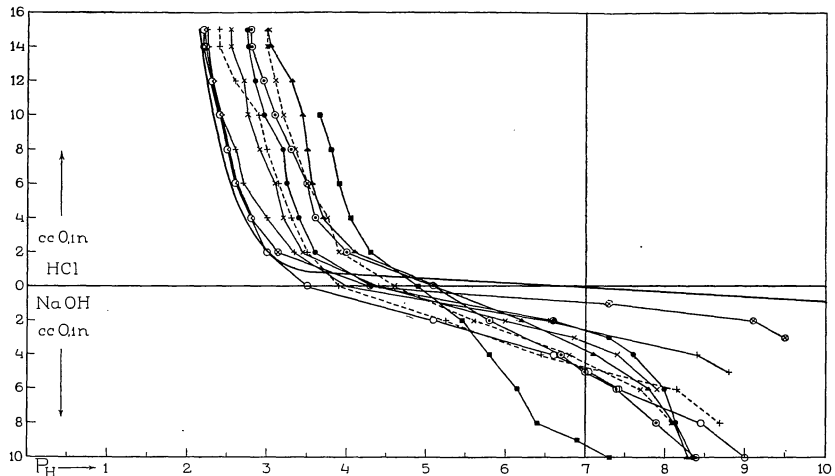


Fig. 30. Elektrometrisk titrering av humusformer i björkblandade barrskogar.

- — ■ Svedjeskog, (*Anemone hepatica*), Bodsjö.
- ▲ — ▲ » (*Fragaria vesca*), Bodsjö.
- — ● » ris, Bodsjö.
- × - - - × blandskog av tall, gran, björk, Kölsillre. F-skiktet.
- × — × » » » » » H-skiktet.
- + - - + » granskog, Kölsillre. F-skiktet.
- + — + » » » » » H-skiktet.
- — ○ Subalpin gran-björkskog, måttlig lövbetäckn., Stensele, Norrfors.
- ⊙ — ⊙ » » rik lövbetäckning. » »
- ⊗ — ⊗ Svedjeskog, Aggberget.

(Se vidare tab. 22, sid. 291).

Elektrometrische Titration von Humusformen in birkenmischten Nadelwäldern. Svedjeskog = Wald entstanden auf abgebranntem Boden, blandskog = Mischwald, tall = Kiefer, gran = Fichte, björk = Birke.

partierna i blandskogsbeståndet vid Bodsjö, nära KCl-linjen komma däremot beståndet å krpk. Aggberget och de mera svagt lövblandade partierna i granskogen ovan Storuman. I förra fallet är orsaken säkerligen att söka i den ringa humushalten, till vilken fråga jag sedermera återkommer. Granbeståndet ovanför Storuman visar dessutom en sak, som i detta sammanhang är av intresse: p_H och halten av basiska buffertämnen växla med lövinblandningens styrka; fläckarna med mera löv äro rikare på basiska ämnen än de med ringa löv. Bland Haveröbestånden (Kölsillre) visar humustäcket i den lövblandade barrblandskogen större

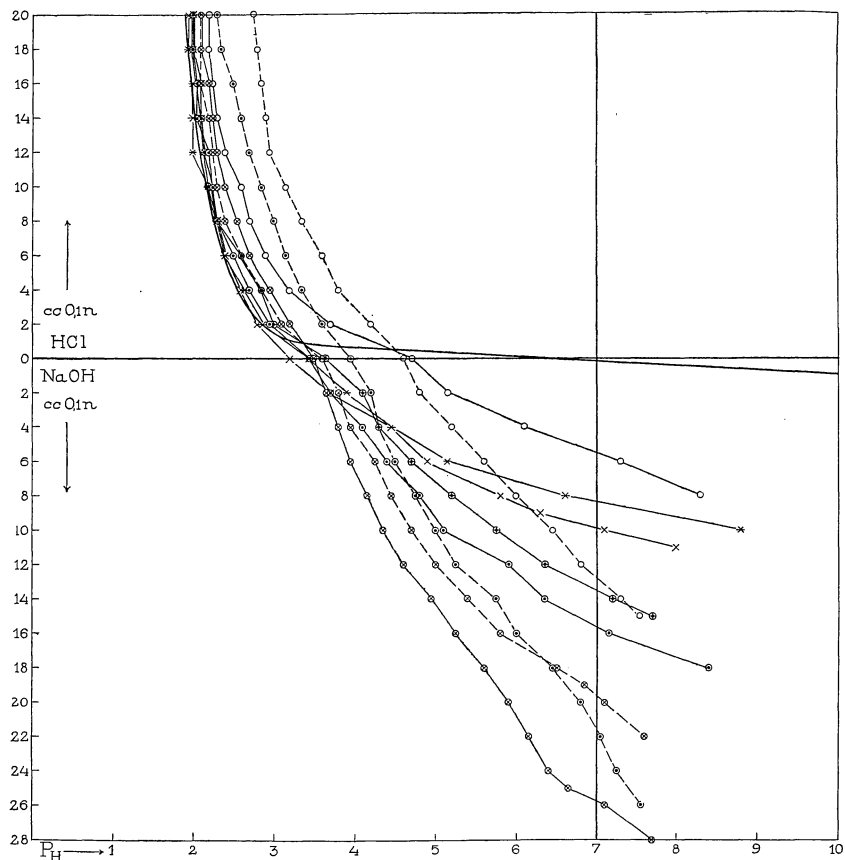


Fig. 31. Elektrometrisk titrering av råhumus från olika tallhedar och tallskogar kring Fagerheden.

- Mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ. F.
- » » » » » H.
- ⊕—⊕ Slutet tallhedsbestånd med lavtäck F + H.
- ⊗—⊗ Tallhed med föryngring. F.
- ⊗—⊗ » » » » » H.
- ×—× Kalfält med dvärgplantor. F + H.
- ×—× Hackat kalfält med plantor. F + H.
- Tallskog med björk. F.
- » » » » » H.

(Se vidare tab. 25, sid. 293).

Elektrometrische Titration von Rohhumusformen aus verschiedenen Kiefernwaldtypen bei Fagerheden, Norrbotten. Mossrik tallskog = Moosreicher Kiefernwald. Slutet bestånd med lavtäck = Geschlossener Kiefernwald mit Flechtendecke. Tallgrupp med föryngring = Kieferngruppe mit jungen Bäumen. Kalparti med dvärgplantor = Kahlfeld mit Zwergpflanzen. Hackat kalfält med växtliga plantor = Mit Hacke bearbeitetes Feld mit wüchsigen Pflanzen. Tallskog med björk = Kiefernwald, mit Birken eingemischt.

halt basiska buffertämnen än den mera rena granskogen. Halterna sura buffertämnen äro i de flesta fall små.

Ett ytterligare exempel på förnans och beståndsbeskaffenhetens inflytande på humustäckets finner man i de kurvor, som sammanställts i fig. 31

och vilka representera olika tallskogstyper kring Fagerhedens by i Piteå revir, Norrbotten.

Kring Fagerheden förekomma i den närmaste omgivningen ett flertal olika tallskogstyper, närmare beskrivna å sid. 485. Utmed Rokån träffas mer mossrika tallskogar med ljung och bärris, närmare byn tallhedar med det för de norrländska tallhedarna karakteristiska föryngringssättet; å öppna platser i heden små, svagt växtliga plantor, under och i närheten av de äldre träden grupper av vackra ungtallar. Inom ett av elden för cirka 50 år sedan övergången parti finnas slutna rena tallbestånd med lavtäck och sådana med insprängd björk.

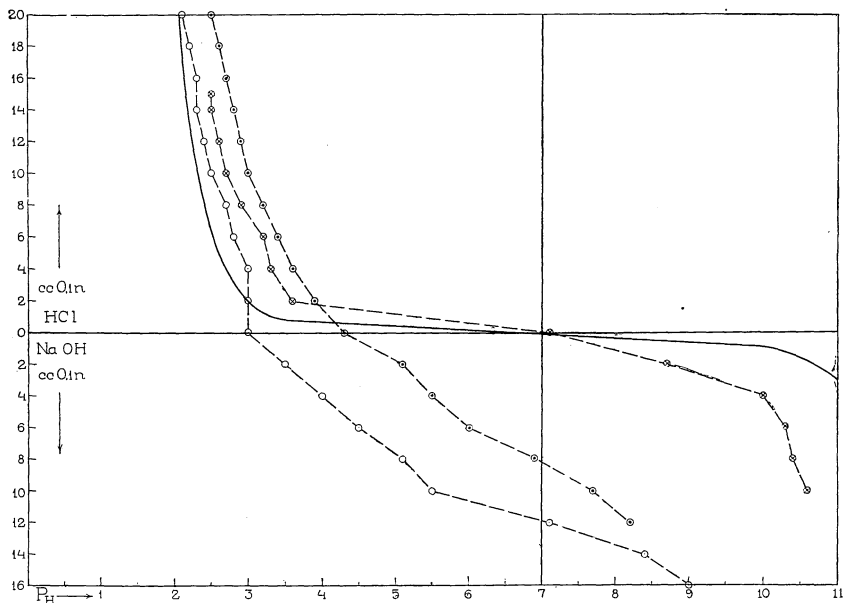


Fig. 32. Elektrometrisk titrering av humus från föryngringsstyper.
 ○ — ○ Kulbäcksliden. ⊗ — ⊗ Jönåker. ○ — ○ Svartberget.
 (Se vidare tab. 26, sid. 293).

Elektrometrische Titration von Humusformen aus Verjüngungsflächen.

Av dessa tallskogstyper har humustäckets i den björkblandade den största halten basiska buffertämnen, såväl i förmultnings- som i humus-ämneskiktet, därefter kommer humustäckets i den mossrika tallskogstypen. De övriga tallskogstyperna komma varandra ganska nära. Dock märkes tydligt att humustäckets i tallskogsgroup med föryngring och i det slutna beståndet med lavtäck är rikare på basiska buffertämnen än humustäckets på de kala fälten. Humustäckets i det hackade partiet av det öppna fältet, där tallplantorna börja växa, har i KCl-lösning mindre sur reaktion och visar vid titrering med HCl till en början mindre sur reaktion än det obearbetade partiet. Med hänsyn till de basiska buffert-ämnena finnes sålunda en viss parallellism mellan humustäckets halt av

desså ämnen och skogstypens godhetsgrad. Någon sådan överensstämmelse finns däremot icke med hänsyn till de sura buffertämnen.

Även i den björkblandade tallskogen visade sig björken medföra en höjning av halten basiska buffertämnen i humustäcket och så tycks i regel vara fallet med våra norrländska björk-barrskogar. Boken kan ha samma effekt längre söderut, såvida den ej framkallar mull (se längre

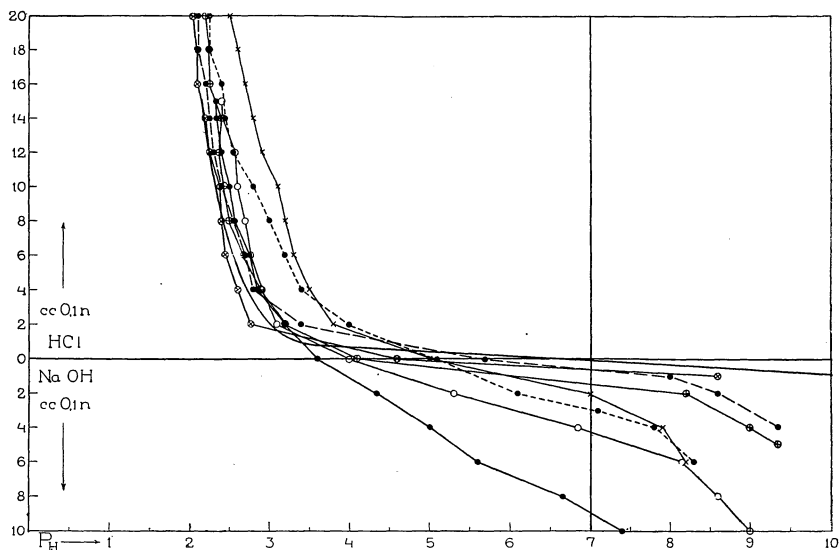


Fig. 33. Elektrometrisk titring av mullartade humusformer i barrskog.

- × — × Granskog, *Geranium*-typ, Lubbräsk.
- — ● Ungbestånd av silvergran och bok, Calmbach. F-skiktet.
- — ○ » » » » » H-skiktet.
- ⊗ — ⊗ Granskog, *Dryopteris*-typ (*Majanthemum*), Hemsön.
- ⊕ — ⊕ » » » » » (*Anemone nemorosa*), Hemsön.
- ⊗ — ⊗ » » » » » Gransjöberget.
- ⊗ — ⊗ » » » » » med björk, Bodsjön.

(Se vidare tab. 24, sid. 292).

Elektrometrische Titration von mullartigen Humusformen in Nadelwäldern mit oder ohne Laubbäumen. Granskog = Fichtenwald. Ungbestånd av silvergran och bok = Jungbestand von Tanne und Buche. Björk = Birke.

fram). På Bärenthoren fanns under inplanterad bok dels mår, dels råhumus. Den förra var rik, den senare fattig på basiska buffertämnen. (Se HESSELMAN hos WIEDEMANN 1925.)

Innan jag lämnar redogörelsen för de undersökta råhumusformernas förhållande vid titring, kan det vara skäl att något nämna om deras förhållande på föryngringsytor. Som jag förut påvisat (HESSELMAN 1917b) omvandlas råhumustäcket mer eller mindre på ett kalhygge eller annan mera öppen föryngringsyta. Många övergå i ett nitrificerande stadium. Även en reaktionsförändring inträder, humustäcket blir mindre surt än i det slutna beståndet (se närmare sid. 227). I fig. 32 och tab. 26 lämnas

en redogörelse för en titring av å hyggen omvandlade råhumustäcken. Å dessa kan man ej urskilja ett förmultnings- och ett humusämneskikt, hela humustäcket har övergått till ett mera homogent lager. Karakteristiskt för titreringskurvorna är den höga halten basiska och den relativt låga av sura buffertämnen.

För vidare bedömning av råhumusformernas titreringskurvor äro mullformernas av en viss betydelse. För dylika titreringsserier redogöres i fig. 33 och fig. 34 samt i tabellerna nr 24 och nr 23.

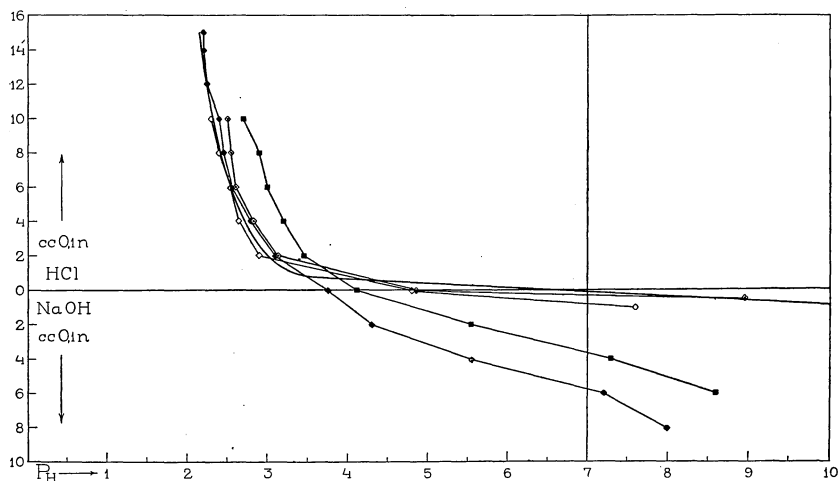


Fig. 34. Elektrometrisk titring av mullformer i lövskog.

◆ — ◆ Ek, Bärentthoren. ◇ — ◇ Ekskog, Djursholm, *Convallaria*.
 ■ — ■ Alskog, Djursholm. ◇ — ◇ » » *Allium*.

(Se vidare tab. 23, sid. 292).

Elektrometrische Titration von Mullformen in Laubwäldern. Ek = Eiche. Ekskog = Eichenwald.
 Alskog = Erlenwald.

De undersökta bestånden utgöres av ett bokblandat ungskogsbestånd av *Abies alba* i Calmbachs revir i Schwarzwald (se sid. 385: 6), av ett vackert granbestånd å krpk. Gransjöberget i Degerfors revir (se sid. 468: 10), av en mindre, örtrik fläck i starkt råhumusbesvärad granskog vid Lubbträsket å krpk. Rönnliden i Stensele revir (se sid. 493: 7), av tvenne mera örtrika delar av en granskog å Hemsön norr om Härnösand (se sid. 454) samt av en vacker barrblandskog vid Skurun i Bodsjö s:n i Jämtland. Av dessa ha det bokblandade Calmbachbeståndet och barrblandbeståndet vid Skurun den mest utpräglade mullen. I fig. 34 och tab. 23 utgöres de undersökta bestånden av en liten ekplantering å Bärentthoren (se sid. 392) och av en ekskog vid Djursholm (se sid. 406) med något växlande undervegetation, så att tvenne partier äro representerade, en med riklig *Convallaria majalis* och en med *Allium oleraceum*. Dessutom är här representerat ett örtrikt albestånd från Värtans stränder vid Djursholm. Av dessa lövskogsbestånd har ekskogen på Djursholm den mest utpräglade mullen.

Karakteristiskt för mullformen är den ringa halten av såväl sura som basiska buffertämnen. Hos de mest utpräglade mullformerna, representerade här av ekskogen på Djursholm, barrblandbeståndet vid Skurun i Bodsjö sn, Jämtland, samt humusämneskiktet i det bokblandade *Abies*-beståndet i Schwarzwald, följer titreringskurvan tätt intill KCl-linjen, vilket angiver ringa halt av såväl sura som basiska buffertämnen. Den ringa buffertverkan sammanhänger åtminstone delvis med den låga humushalten, ty de mera humusrika mullformerna — t. ex. förmultningsskiktet i bok-silvergranbeståndet, den örtrika fläcken i råhumusbesvärad granskog vid Lubbräsk i Stensele samt albeståndet —

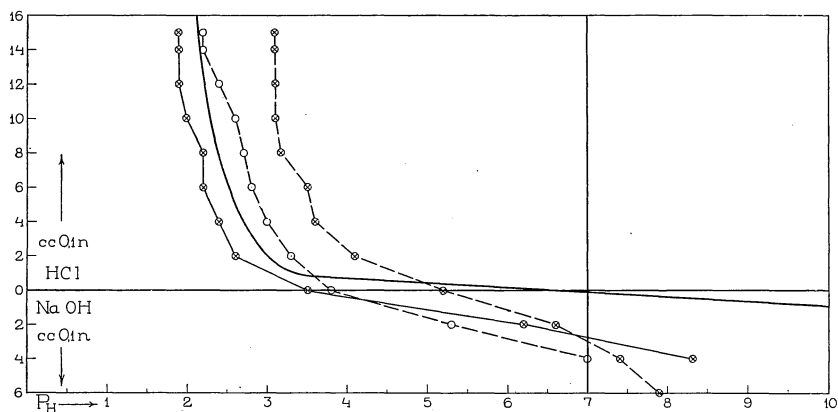


Fig. 35. Elektrometrisk titrering av mullformer.
 ○—○ Mull från sydberg, (*Fragaria*). ⊗—⊗ Mull från fuktigt stråk beväxt med *Carex capillaris*. ⊗—⊗ Underlag under *Capillaris*-mullen.
 Elektrometrische Titration von Mullformen. Mull från sydberg = Mullboden aus einer Laubwiese in einem Südbergabhang. Fuktigt stråk med = Feuchter Boden mit.

utmärka sig för större alkalisk buffertverkan. I denna riktning går även resultatet av undersökningen av mullformerna i fig. 35.

Humusproven äro här tagna dels från lunddälden nedanför stupet av berget Lulle Istjakk vid Hornavan (se sid. 499: 4) och dels från ett fuktigare stråk beväxt med *Carex capillaris* vid Suolajaure i Malmesjåurs revir (se sid. 494: 5).

Dessa äro ganska humusrika och nästan neutrala (i KCl-lösning sura), halten av basiska buffertämnen är ganska betydande och halten sura föga större än i utpräglade humusfattiga mullformer. Karakteristiskt är också att mineraljorden under humuslagret med *Carex capillaris* har mindre halt sura och basiska buffertämnen än humuslagret. Även titreringskurvorna för humustäcket i olika starkt gallrade granbestånd i Dalby kronopark i Skånë tala för humusens betydelse såsom buffertämne (fig. 36). De undersökta bestånden utgöra skogsavdelningens provyta nr 54 och utmärkas bl. a. av stor likformighet (se beskr. sid. 392).

Humustäckets humushalt har minskats i de gallrade bestånden. Samtidigt härmed minskar halten buffertämnen. Vad de sura beträffar märkes en nästan kontinuerlig övergång från den ogallrade till den starkast gallrade ytan; även i avseende på de basiska finns, en liknande ehuru ej fullt så regelbunden förminskning.

Innan jag övergår till en sammanfattning och diskussion av de vunna resultaten, torde det vara lämpligt att något vidröra en annan fråga, nämligen olikheterna i p_H vid humusprovns behandling med rent vatten

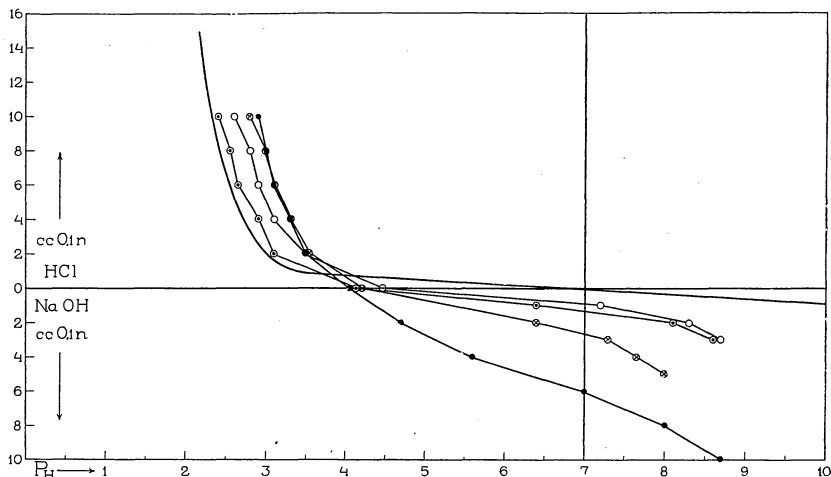


Fig. 36. Elektrometrisk titrering av humus i gallrad granskog, Dalby krpk.
 ●—● Ogallrad. ○—○ Gallringsgrad II.
 ⊗—⊗ Gallringsgrad I. ○—○ Gallringsgrad III.
 (Se vidare tab. 18, sid. 289).

Elektrometrische Titration von Humus aus einer Durchforstungsversuchsfläche in gepflanztem Fichtenwald. Gallringsgrad = Durchforstungsgrad.

och vid uppslamning i 0,1 n KCl-lösning. I de flesta fall märkes härvid en förskjutning av reaktionstalet i sur riktning. Endast ett fåtal prov bilda härifrån ett undantag, såsom en mycket humusrik mull från Lubbtträsk i Stensele samt några få andra med smärre avvikelser. Vad förskjutningarnas storlek beträffar, är den i regel större i humusämne- än i förmultningsskiktet, men någon annan lagbundenhet är svår att spåra i det föreliggande materialet. I humusämneskiktet förefinnes sålunda en större halt sådana ämnen som vid tillsats av KCl ge upphov till lösliga, surt reagerande ämnen. Till en diskussion av dessa och andra frågor anser jag det lämpligt övergå först i samband med en undersökning av övriga i detta kapitel omnämnda resultat, vilka lämpligen torde kunna sammanfattas på följande sätt:

Utpräglade mullformer med låg humushalt (glödförlust) utmärka sig för en ringa halt av såväl sura som basiska buffert-

ämnen. Mullformer med hög humushalt (glödförlust) äro ofta rika på basiska men fattiga på sura buffertämnen, dock ej alltid.

Samtliga råhumusformer utmärka sig för en betydande halt sura buffertämnen, många av dem äro även rika på basiska buffertämnen.

Förmultningsskiktet, som vid behandling med en 0,1 n KCl-lösning visar mindre förskjutning av p_H i sur riktning än humusämneskiktet, är alltid eller med få undantag rikare på basiska buffertämnen än humusämneskiktet.

Humusämneskiktet, som vid behandling med en 0,1 n KCl-lösning visar en starkare förskjutning av p_H i sur riktning än förmultningsskiktet, är ofta fattigare på sura buffertämnen än detta senare. Till en del kan orsaken härtill sökas i en lägre humushalt, men sannolikt är att detta ej utgör en fullständig förklaring.

Förnamaterialets beskaffenhet utövar en mycket påfallande inverkan på råhumustäckets halt av sura och basiska buffertämnen. Detta visar sig redan därav att förmultningsskiktets titreringskurva i ren barrskog på kalkfri grund mycket liknar den, som erhålles med förna av gran, tall eller husmossor.

Klarare framträder förnamaterialets betydelse för råhumustäckets genom den inverkan, som lövavfall utövar på barrskogens humustäcke. Detta förorsakar åtminstone i de flesta fall en ökning av de basiska och en minskning av de sura buffertämnena.

Vid en jämförelse mellan för skogen mer gynnsamma och mer ogynnsamma råhumusformer visar det sig, att de förre utmärkas av en större halt basiska buffertämnen, medan halten sura buffertämnen synes växla mera oregelbundet.

Vad som av det föregående först och främst torde vara förtjänt att framhållas är den stora och framträdande roll, som förnamaterialet spelar för råhumusbildningens karaktär. Reaktionstal och titreringskurvor visa detta påfallande. Jämför man de titreringskurvor för förnor, som meddelats i kap. IX, med dem, som här representera olika råhumusformer, är likheten synnerligen anmärkningsvärd och man finner samma eller fullt analoga skillnader mellan råhumustäckets i tall- och lövblandad barrskog på kalkfri grund som mellan barrträds- och lövträdsförnor. Det inflytande, som förnamaterialet utövar på råhumustäckets, omfattar ej blott förmultnings- utan även humusämneskiktet, vilket framgår bl. a. därav att detta i den lövblandade barrskogen är rikare på basiska och fattigare på sura buffertämnen än i den rena barrskogen. Om sålunda förnamaterialet spelar en stor roll, skulle man

dock kunna säga, att humifieringen i råhumustäcket är en ytterligare intensifiering av de processer, som redan börjat i den oomvandlade förnan under vissnandet. De egenskaper, som utmärka denna, bli under humifieringen mera utpräglade. Endast med en viss kritik låter sig dock det föreliggande materialet användas för att närmare skärskåda humifieringsprocessens natur. Det i råhumus eller ofta även i muldtäcket från förmultningsskiktet väl urskiljbara humusämneskiktet torde man utan större fara för misstag kunna betrakta som en ytterligare förvandlad produkt av förnamaterialet. En jämförelse mellan förnans, förmultnings- och humusämneskiktens egenskaper skulle då kunna belysa hela humifieringsprocessen. Emellertid tillkommer här en omständighet, som fordrar en viss försiktighet i diskussionen. I humusämneskiktet inblandas under processen en större eller mindre mängd av den underliggande mineraljorden. Det innehåller nämligen nästan alltid något sand. Denna inblandning av minerala beståndsdelar sänker ej blott själva humushalten utan torde också kunna påverka humusens natur. För att av det föreliggande materialet få fram själva humifieringsprocessen bör man därför med varandra helst jämföra sådana fall, där glödförlusten är i den närmaste densamma i förmultnings- och humusämneskikt. Man finner då att under själva humifieringen de basiska buffertämnena minskas och att de sura tilltaga. De basiska ämnena synas förbrukas, medan de sura produceras.

I de fall, och dessa äro till antalet övervägande, då humusämneskiktet har mindre glödförlust än förmultningsskiktet, är halten av såväl basiska som sura buffertämnen i detta skikt lägre än i förmultningsskiktet. Härvidlag måste man emellertid ta i betraktande den inverkan, som den förökade inblandningen av minerala beståndsdelar medför. Humushalten sänkes, och då buffertämnena i hög grad synas vara bundna vid humusen, sker redan härigenom en minskning. Mineralinblandningen torde dock ha mindre betydelse för sänkningen av de basiska än av de sura buffertämnena. I de flesta fall följer nämligen humusämneskiktets saltsyregren KCl-linjen i titreringskurvan alldeles oberoende av den mängd humus, som ingår i provet, medan halten av sura ämnen mera påverkas av humushalten. Emellertid är det tydligt att mineralinblandningen ej blott sänker humushalten och därigenom inverkar på mängden sura buffertämnena, utan att även kemiska processer äro verksamma. Jämför man nämligen halterna av sura buffertämnena i förmultnings- och underliggande humusämneskikt med varandra, finner man i regel en avsevärt större sänkning än vad som motsvarar humushaltens förminskning. Detta tyder på förändringar av rent kemisk natur. Detta visar sig också däruti att trots den lägre halten sura buffertämnena humusämneskiktet vanligen ger surare vatten-

Tab. 17. Bestämning av humifieringsgraden i humusprov genom extraktion med NaOH.

Bestimmung vom Humifizierungsgrad des Humus durch Extraktion mit NaOH.

[119]

BARSKOGENS HUMUSTÄCKE

287

	Beskr. sid.	Glöd- förl. Glüh- verlust %	Fukt. Feuch- tigkeit %	Humifieringsgrad				Humifieringsgrad			
				å askfritt prov		å askhaltigt prov		å askfritt prov		å askhaltigt prov	
				i avseende på				i avseende på			
				Ac.H. ¹	S.H. ¹	Ac.H.	S.H.	Ac.H.	S.H.	Ac.H.	S.H.
(proven behandlade med HCl)											
Barrblandskog, råhumus, F. Jönåker	397	71,0	10,4	55,3	19,8	39,2	14,1	—	—	—	—
» » » H. »		73,3	12,7	67,6	24,5	49,6	18,0	—	—	—	—
Gammal granskog, » F. Kulbäcksliden	465	87,1	11,0	59,2	22,3	51,6	19,4	—	—	—	—
» » » H. »		78,6	11,8	56,7	20,6	44,6	16,2	—	—	—	—
» » » F. Stensele, Lubbräsk	493	96,63	12,4	76,5	31,7	73,8	30,6	—	—	—	—
» » » H. »		97,39	12,5	71,5	30,6	69,6	29,8	—	—	—	—
» » » F + H. Sjulsåsen	454	85,7	10,1	63,6	24,5	54,5	21,0	57,8	21,5	49,5	18,5
Medelålders björkgranskog, råhumus, F + H. Sjulsåsen	454	69,0	27,2	48,8	16,9	33,7	11,7	43,8	15,8	30,2	10,9
Björkgranskog efter brand, råhumus, F. Stensele	493	94,36	10,9	55,5	20,6	52,4	19,5	—	—	—	—
» » » » H. »		49,28	7,1	46,1	16,7	22,7	8,2	48,5	17,8	23,9	8,8
» » » » H. »		71,02	9,5	56,3	20,2	40,0	14,3	—	—	—	—
Björkaspranskog, råhumus, F. Kulbäcksliden	474: 14	87,8	14,7	38,4	14,1	33,7	12,4	—	—	—	—
» » » H ₁ . »		92,1	14,8	42,6	15,3	39,4	14,2	—	—	—	—
» » » H ₂ . »		62,52	9,5	49,7	18,4	31,2	11,5	—	—	—	—
Mossrik tallskog, råhumus, F. Fagerheden	485	93,97	10,7	47,4	18,0	44,5	16,9	—	—	—	—
» » » H. »		68,91	8,2	57,6	21,6	39,7	14,7	—	—	—	—
Björkblandad tallskog, råhumus, F. Fagerheden	485	89,62	12,0	38,6	14,2	34,6	12,8	—	—	—	—
» » » » H. »		55,35	5,7	38,4	13,4	21,2	7,4	41,5	14,5	22,9	8,0
Tallhed, tall med föryngring, råhumus, F. Fagerheden	485	87,37	9,4	47,1	17,5	41,2	15,3	—	—	—	—
» » » » H. »		79,10	9,5	52,8	19,7	41,8	15,6	—	—	—	—
» kalt fält, råhumus, F + H. Fagerheden	485	51,5	6,6	55,5	19,9	28,6	10,3	—	—	—	—
Subalpin björkgranskog, kalt fält, råhumus, F + H. Dunnervattnet	454	89,7	10,2	50,7	20,2	45,5	18,1	—	—	—	—
» » » under björk, » F + H. »		86,5	8,2	60,6	21,4	52,4	18,5	—	—	—	—
Vacker granskog, mullartad humus F + H. Gransjöberget	468: 10	39,02	9,4	68,6	24,1	26,8	9,6	71,5	26,8	27,9	10,5
Hygge i granskog, under ris, H. Kulbäcksliden	476	76,19	10,1	46,3	17,3	35,2	13,2	—	—	—	—
» » » utan » H. »		84,46	11,2	64,5	24,8	54,5	20,9	—	—	—	—

¹ Ac.H. = Acidum huminicum. S.H. = Syntetisk humus. askfritt = aschenfrei. askhaltig = aschenhaltig. i avseende på = in bezug auf.

extrakt och starkare påverkas av 0,1 n. KCl-lösning än förmultnings-skiktet. Mycket tyder därför på, att det finnes andra sura ämnen i humusämne- än i förmultningsskiktet. En närmare kemisk utredning av dessa skillnader kan emellertid icke ingå i planen för denna avhandling.

För att dock till en viss grad söka belysa de förefintliga skillnaderna, har jag låtit utföra en bestämning av de mörka, i alkali lösliga humus-ämnena, efter samma metoder som för förnan (se sid. 260). Undersökningen har även i detta fall utförts av fil. lic. FILIP OLSSON å Tekniska Högskolans laboratorium. De erhållna resultaten äro sammanförda i tab. 17, sid. 287. En granskning av denna visar att det i avseende på halten mörka, i alkalier lösliga ämnen råder stor växling mellan förmultnings- och humusämneskikt. Ibland är det ena, ibland det andra det rikaste. Någon sträng lagbundenhet framträder ej vare sig man räknar på askfritt eller askhaltigt material. Ej heller finner man någon sträng relation mellan halten mörka ämnen och mängden sura, genom titrering bestämda buffertämnen. Liksom hos förnorna utgöras därför också i råhumustäcket de sura buffertämnena även av andra ämnen än mörkfärgade humussyror. Vilka dessa ämnen äro, kan endast en omfattande undersökning utreda.

En viktig och märklig egenskap i råhumustäcket är den roll, som de basiska buffertämnena synas spela. I förmultningsskiktet, där sönderdelningen av det organiska materialet är livligare än i humusämneskiktet, är halten basiska buffertämnen störst. I god samklang härmed står att de mera lätt förmultnande råhumusproven äro relativt rika på basiska buffertämnen, medan de mera mäktiga, långsamt förmultnande äro mycket fattiga. De mest utpräglade råhumusprov, som jag haft tillfälle att undersöka, nämligen de från Suodasholmen i Hornavan, sakna till den grad basiska buffertämnena, att saltsyrelinjen i titreringskurvan ligger till vänster om KCl-linjen. De basiska buffertämnenas roll kan vara mångfaldig, men en viktig roll torde de spela för reglerandet av p_H . Det är ju anmärkningsvärt att jag ej anträffat surare humusformer än med ett p_H av 3,5. Där ungefär tycks den yttersta gränsen gå. Överskrides denna, synes hela förmultningsprocessen avstanna. Betydelsen av de basiska buffertämnena kan då ligga däri, att de utgöra en motvikt mot överskridandet av ett visst p_H -värde. Om som troligt är, vid humifieringen nya syror alstras, hindra eller åtminstone förlångsamma de basiska buffertämnena reaktionstalets ändring. Då en ändring i sur riktning kan påverka mikroorganismernas verksamhet, gynna de basiska buffertämnena förmultningen. Men liksom när det gäller p_H , förändras buffertämnenas betydelse med klimatet. I ett någorlunda gynnsamt klimat kan mull bildas vid ett p_H av 4,0 eller något därunder, medan dylika p_H -värden i norra

Sverige endast anträffas i verklig råhumus (jfr sid. 233). De i Schwarzwald och i Bärenthoren insamlade och undersökta humusproven äro i jämförelse med de mera gynnsamma nordsvenska råhumusformerna basfattiga, men visa ändock en ganska hastig sönderdelning. Klimatförhållandena äro emellertid på dessa platser ganska gynnsamma för en hastig sönderdelning, särskilt är detta fallet på Bärenthoren. I de mer glesställda Schwarzwaldsbestånden finns däremot en mycket stark tendens till bildning av tjocka råhumusskikt.

Den ringa buffertverkan, som mullformerna visa, är ganska påfallande. Delvis sammanhänger nog denna egenskap med den lägre humushalten, men en del fakta tala för att även andra faktorer spela in. Sålunda visa mullformerna från Hemsön (specialbeskrivning sid. 454 och titreringsserier fig. 33 och tab. 24) en påfallande ringa buffertverkan av såväl sura som basiska ämnen, ehuru humushalten (glödförlusten) är betydande eller omkring 90 %. Detta synes mig tala för att hela mullbildningsprocessen i många fall har en annan karaktär än råhumusbildningen.

Betydelsen av många av de egenskaper hos humustäcket som här behandlats, framträda bäst, när genom gallring, ljushuggning eller förnygringshuggning bestånds- och markklimatet ändras genom ökat ljus-tillträde. Men dessa frågor kunna först diskuteras, sedan omsättningsförhållandena i det slutna beståndets humustäcke närmare diskuterats.

Tab. 18. Elektrometrisk titring av humusformer.

Elektrometrische Titration von Humusformen.

Gallringsförsök i granskog. Dalby kronopark. Ytan nr 54.¹

Durchforstungsversuch. Fichtenwald. Fläche 54.

		Avd. I F + H p _H	Avd. II F + H p _H	Avd. III F + H p _H	Avd. IV F + H p _H
HCl ccm	10	2,88	2,82	2,43	2,60
	8	2,98	2,98	2,55	2,77
	6	3,08	3,08	2,65	2,93
	4	3,31	3,31	2,88	3,13
	2	3,51	3,57	3,13	3,51
	0	4,05	4,55	4,17	4,45
NaOH ccm	1	4,39	5,55	6,42	7,21
	2	4,74	6,42	8,09	8,30
	4	5,60	7,66	—	—
	6	6,94	—	—	—
	8	7,99	—	—	—
	10	8,70	—	—	—
Glödförlust		81,5	73,2	41,1	42,6

¹ Beskrivning sid. 392.

Tab. 19. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Elektrometrische Titration von Humusformen.

	Kulbäcksliden ¹		Glindran ²		Ånge ³	
	F	H	F	H	F	H
	p _H	p _H	p _H	p _H	p _H	p _H
HCl ccm 14	2,26	2,09	2,55	2,13	2,55	2,12
12	2,33	2,21	2,68	2,26	2,69	2,19
10	2,44	2,26	2,85	2,31	2,80	2,31
8	2,56	2,33	2,95	2,38	2,99	2,38
6	2,68	2,45	3,13	2,55	3,16	2,55
4	2,78	2,56	3,34	2,73	3,36	2,75
2	2,91	2,68	3,72	2,90	3,76	2,92
0	3,18	3,01	3,98	3,23	4,50	3,81
NaOH ccm 2	3,39	3,23	4,19	3,39	4,87	4,69
4	3,50	3,57	4,39	3,67	5,34	5,68
6	3,67	3,93	5,03	3,93	5,87	7,85
8	3,88	4,54	5,50	4,14	6,20	8,42
10	4,23	5,03	5,78	4,39	6,66	—
12	4,52	5,69	6,18	4,60	7,25	—
14	4,78	6,92	6,83	4,73	7,70	—
16	5,22	8,17	7,39	5,23	—	—
18	5,86	—	7,89	5,69	—	—
20	6,82	—	—	6,65	—	—
22	8,00	—	—	7,95	—	—
Glödförlust	87,1	78,6	71,0	73,3	87,4	61,0

¹ Gammal, svagt växtlig granskog, sid. 465, n:r 2. ² Växtlig barrblandskog, sid. 399, n:r 1.

³ Växtlig granskog, sid. 441.

Tab. 20. Elektrometrisk titrering av humusformer.

	Bispgården ¹				Rokliden ²		
	Gallrad yta Durchgeforstete Versuchs- fläche		Ogallrad yta Nicht durchgeforstete Ver- suchsfläche				
	F p _H	H p _H	F p _H	H p _H	F p _H	H p _H	
HCl ccm	14	—	—	—	—	2,54	2,15
	12	—	—	—	—	2,59	2,22
	10	2,80	2,53	2,86	2,46	2,71	2,27
	8	3,01	2,69	3,07	2,53	2,85	2,34
	6	3,18	2,91	3,24	2,63	2,97	2,54
	4	3,29	3,01	3,39	2,86	3,09	2,66
	2	3,39	3,07	3,60	3,12	3,20	2,97
	0	3,81	3,34	3,96	3,55	3,86	3,39
NaOH ccm	2	4,31	3,50	4,26	4,31	4,21	3,91
	4	4,55	3,76	4,45	4,88	4,60	5,60
	6	4,80	4,00	4,69	5,88	4,97	7,49
	8	5,09	4,36	4,88	6,87	6,03	8,71
	10	5,44	4,64	5,09	7,71	6,95	—
	12	5,61	5,02	5,35	8,39	7,42	—
	14	5,97	6,12	5,86	8,71	—	—
	16	6,04	7,42	6,17	—	—	—
	18	6,18	7,80	6,55	—	—	—
	20	6,30	7,87	6,87	—	—	—
	22	6,39	7,87	7,19	—	—	—
	24	6,48	—	7,57	—	—	—
	26	6,56	—	—	—	—	—
	28	7,27	—	—	—	—	—
Glödförlust		—	—	95,7	60,8	—	—

¹ Tallskog, sid. 448. ² Gammal granskog, sid. 481.

Tab. 21. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Granskogar med och utan björk mellan Sjulsåsen och Dunnervattnet,¹ Jämtland.
Fichtenwälder mit und ohne Birken.

		Björkgranskog	Luckig granskog	Björkgrupp med vacker gran Subalpin	Öppen plats utan björk Subalpin
		F + H p _H	F + H p _H	F + H p _H	F + H p _H
HCl ccm	20	2,32	2,01	2,58	1,95
	18	2,44	2,13	2,61	1,95
	16	2,56	2,32	2,68	2,01
	14	2,68	2,07	2,79	2,07
	12	2,79	2,20	2,96	2,20
	10	2,96	2,32	3,13	2,32
	8	3,25	2,44	3,36	2,49
	6	3,48	2,49	3,53	2,61
	4	3,86	2,61	3,69	2,79
	2	4,34	2,79	4,02	2,91
	0	4,90	3,20	4,45	3,43
NaOH ccm	2	5,25	3,69	4,71	3,91
	4	5,54	3,91	4,95	4,29
	6	6,20	4,12	5,25	4,60
	8	6,82	4,45	5,73	4,95
	10	7,33	4,74	6,20	5,40
	12	7,90	5,06	6,63	6,01
	14	—	5,49	7,07	7,15
	16	—	5,96	7,50	—
	18	—	6,37	—	—
	20	—	6,91	—	—
	22	—	7,33	—	—

¹ Beskrivning sid. 453.

Tab. 22. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Barrskogar med björk etc. Nadelwälder eingemischt mit Birken etc.

	Agg- berget ¹	Slussfors ²		Bodsjöbyn, ³ Blandskog			Kölsillre ⁴			
		Tunt blad- täck	Tjockt blad- täck	<i>Hepa- tica</i>	<i>Fraga- ria</i>	Ris	Granskog med rent mosstäcke		Blandskog	
		F + H p _H	F + H p _H	F + H p _H	F + H p _H	F + H p _H	F p _H	H p _H	F p _H	H p _H
HCl ccm	20	2,18	2,10	2,57	—	2,63	2,63	—	—	—
	18	2,18	2,15	2,67	—	2,69	2,69	—	—	—
	16	2,18	2,22	2,72	—	2,86	2,74	—	—	—
	14	2,21	2,27	2,84	—	3,07	2,81	2,43	2,24	2,99
	12	2,30	2,32	2,95	—	3,29	2,86	2,62	2,31	3,06
	10	2,42	2,39	3,10	3,67	3,45	2,96	2,87	2,38	3,16
	8	2,53	2,50	3,27	3,76	3,50	3,19	2,99	2,62	3,36
	6	2,65	2,62	3,48	3,91	3,55	3,24	3,16	2,75	3,53
	4	2,80	2,77	3,58	4,07	3,70	3,39	3,29	2,99	3,76
	2	3,15	3,00	4,00	4,36	4,10	3,60	3,53	3,36	3,93
	0	4,09	3,58	5,01	4,93	5,08	4,31	3,96	4,00	4,60
NaOH ccm	2	9,13	5,12	5,82	5,47	6,20	6,61	5,24	6,54	5,60
	4	—	6,62	6,72	5,83	7,09	7,63	6,47	8,35	6,78
	6	—	7,41	7,39	6,16	7,78	7,99	8,16	—	7,70
	8	—	8,44	7,90	6,42	8,14	8,14	8,71	—	8,06
	10	—	9,06	8,40	7,28	8,35	8,35	—	—	—
	12	—	—	—	8,09	8,63	—	—	—	—
Glödförlust ...	20,5	49,3	71,0	78,5	82,6	68,3	69,4	47,9	93,4	85,8

¹ Yngre blandbestånd efter brand, sid. 474, n:r 13. ² Björkblandat granbestånd efter brand, sid. 493, n:r 5. ³ Barrblandbestånd å gammal sved, sid. 443, n:r 1, 2. ⁴ Sid. 441, n:r 5 och sid. 439, n:r 3.

Tab. 23. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Lövsskogar med mull. Laubwälder mit Mull.

	Bärenthoren ¹		Djursholm ²		
	Ek		Al	Ek	Ek
	F + H		F + H	<i>Convallaria</i>	<i>Allium</i>
	p _H		p _H	F + H	F + H
				p _H	p _H
HCl ccm 20	2,13	—	—	—	—
18	2,13	—	—	—	—
16	2,20	—	—	—	—
14	2,20	—	—	—	—
12	2,27	—	—	—	—
10	2,39	2,71	2,33	2,50	—
8	2,44	2,88	2,38	2,55	—
6	2,56	2,98	2,55	2,60	—
4	2,80	3,19	2,65	2,83	—
2	3,10	3,46	2,93	3,08	—
0	3,69	4,17	4,79	4,87	—
NaOH ccm 0,5	—	—	—	8,95	—
1	3,96	5,01	8,63	—	—
2	4,33	5,55	—	—	—
4	5,54	7,27	—	—	—
6	7,20	8,63	—	—	—
8	7,97	—	—	—	—
Glödförlust ...	21,4	52,7	10,3	8,3	—

¹ Beskrivning sid. 392, n:r 9. ² Beskrivning sid. 406, n:r 1—3.

Tab. 24. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Barrskogar med mullartad humus. Nadelwälder mit mullartigem Humus.

	Calmbach ¹		Gransjö- berget ²	Lubbräsk ³	Hemsön ⁴		Skurun ⁵
	Ungbestånd av <i>Fagus</i> och <i>Abies</i>		Gran	<i>Geranium- mark</i>	<i>Oxalis</i> o. <i>Majanth.</i>	<i>Anemone nemorosa</i>	
	F	H	F + H	F + H	F + H	F + H	
	p _H	p _H	p _H	p _H	p _H	p _H	p _H
HCl ccm 20	2,26	2,13	2,18	2,56	—	—	2,06
18	2,26	2,13	2,25	2,61	—	—	2,13
16	2,38	2,20	2,25	2,72	—	—	2,13
14	2,44	2,27	2,30	2,77	2,33	2,44	2,18
12	2,56	2,32	2,35	2,94	2,38	2,56	2,24
10	2,80	2,39	2,42	3,10	2,51	2,61	2,41
8	2,99	2,56	2,52	3,22	2,56	2,68	2,41
6	3,17	2,68	2,70	3,32	2,73	2,73	2,46
4	3,39	2,80	2,92	3,48	2,85	2,91	2,63
2	3,97	3,39	3,20	3,84	3,18	3,13	2,74
0	5,13	5,70	4,14	4,93	3,62	3,98	4,64
NaOH ccm 0,5	—	—	—	5,48	—	—	—
1	5,45	7,97	5,90	6,00	4,04	4,68	8,63
1,5	—	—	7,93	6,76	—	—	—
2	6,12	8,61	8,16	7,00	4,33	5,31	—
2,5	—	—	8,09	7,31	—	—	—
3,5	—	—	8,80	7,82	—	—	—
4	7,81	9,35	9,01	7,88	5,03	6,82	—
4,5	—	—	9,15	8,07	—	—	—
5,5	—	—	—	8,18	—	—	—
6	8,31	—	—	8,21	5,58	8,16	—
8	—	—	—	—	6,65	8,59	—
10	—	—	—	—	7,38	8,94	—
Glödförlust	62,4	6,9	39,0	57,4	87,2	90,9	10,7

¹ Beskrivning sid. 385, n:r 10. ² Beskrivning sid. 468, n:r 10. ³ Beskrivning sid. 493, n:r 7.
4 » » 454, » 1. 5 » » 444, » 4.

Tab. 25. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Tallskogstyper kring Fagerheden.¹ Kiefernwaldtypen bei Fagerheden.

	Bestånd med mosstäcke		Bestånd med lavstäcke	Tallgrupp		Kalfält. Dvärgplantor	Hackat parti av kalfält	Tallhed med björk	
	F	H		F	H			F	H
	pH	pH		pH	pH			pH	pH
HCl ccm 20	2,31	2,00	2,00	2,08	2,08	2,01	1,96	2,76	2,20
18	2,37	2,00	2,00	2,08	2,13	2,01	1,96	2,81	2,20
16	2,49	2,07	2,05	2,13	2,20	2,08	2,01	2,86	2,25
14	2,61	2,07	2,09	2,20	2,25	2,13	2,01	2,91	2,32
12	2,71	2,19	2,17	2,25	2,32	2,20	2,01	2,98	2,42
10	2,84	2,25	2,22	2,32	2,43	2,25	2,20	3,15	2,61
8	3,01	2,31	2,34	2,43	2,55	2,32	2,32	3,36	2,72
6	3,17	2,49	2,59	2,62	2,72	2,43	2,43	3,58	2,89
4	3,34	2,71	2,81	2,84	2,96	2,62	2,67	3,79	3,18
2	3,62	2,96	3,03	3,07	3,19	2,79	2,84	4,20	3,72
0	3,95	3,46	3,64	3,57	3,51	3,19	3,46	4,62	4,71
NaOH ccm 2	4,21	3,72	4,10	3,77	3,67	3,72	3,90	4,81	5,16
4	4,31	4,05	4,31	3,95	3,77	4,46	4,46	5,15	6,10
6	4,52	4,42	4,72	4,26	3,95	4,91	5,16	5,58	7,29
8	4,77	4,77	5,20	4,46	4,15	5,81	6,62	6,03	8,24
10	4,98	5,06	5,75	4,71	4,36	7,13	8,82	6,46	—
12	5,25	5,91	6,37	4,97	4,62	—	—	6,80	—
14	5,74	6,37	7,22	5,35	4,97	—	—	7,30	—
16	6,02	7,15	—	5,81	5,24	—	—	—	—
18	6,45	8,42	—	6,52	5,54	—	—	—	—
20	6,80	—	—	7,13	5,90	—	—	—	—
22	7,06	—	—	7,61	6,17	—	—	—	—
24	7,24	—	—	—	6,43	—	—	—	—
26	7,55	—	—	—	7,13	—	—	—	—
Glödförlust... ..	94,0	68,9	66,3	93,8	78,9	42,3	34,3	89,6	55,4

¹ Beskrivning sid. 485.

Tab. 26. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Föryngringsytor. Verjüngungsflächen.

	Jönåker ¹		Svartberget ²		Kulbäcksliden ³	
	F + H		F + H		F + H	
	pH		pH		pH	
HCl ccm 20	—		2,53		2,13	
18	—		2,58		2,18	
16	—		2,70		2,25	
14	2,51		2,80		2,30	
12	2,61		2,87		2,42	
10	2,68		3,03		2,47	
8	2,85		3,20		2,58	
6	3,18		3,36		2,65	
4	3,29		3,56		2,87	
2	3,62		3,93		3,03	
0	7,14		4,34		3,03	
NaOH ccm 0,5	7,41		—		—	
1	8,14		4,78		3,41	
2	8,71		5,07		3,51	
4	9,97		5,54		4,03	
6	10,25		5,97		4,45	
8	10,43		6,91		5,07	
10	10,55		7,69		6,32	
12	—		8,21		8,14	
Glödförlust	—		60,4		84,5	

¹ Beskrivning kalhygget sid. 399. ² Beskrivning sid. 476, n:r 17. ³ Beskrivning sid. 476, n:r 16.

Tab. 27. Elektrometrisk titrering av humusformer.
Elektrometrische Titration von Humusformen.

	Suodasholmen, ¹ Arjepluog			Tallskog, ² Stensele	
	F pH	H _I pH	H ₂ pH	F pH	H pH
HCl ccm					
20	—	—	—	2,15	2,33
18	—	—	—	2,15	2,40
16	—	—	—	2,27	2,45
14	1,99	1,82	1,77	2,33	2,50
12	1,99	1,89	1,77	2,45	2,57
10	1,94	1,94	1,82	2,50	2,62
8	2,12	1,94	1,94	2,67	2,67
6	2,17	1,99	2,05	2,84	2,77
4	2,27	2,22	2,17	2,90	2,90
2	2,50	2,39	2,27	3,05	3,00
0	2,55	2,60	2,50	3,43	3,10
NaOH ccm					
2	2,55	2,60	2,50	3,74	3,22
4	2,93	2,60	2,60	4,15	3,33
6	3,13	2,82	2,72	4,50	3,48
8	3,84	2,98	2,93	4,93	3,69
10	4,97	3,24	3,13	5,29	3,74
12	5,50	3,45	3,39	6,08	3,84
14	6,17	3,60	3,53	6,75	3,94
16	6,64	3,64	4,03	7,15	4,05
18	7,52	3,95	4,33	7,54	4,15
20	8,04	4,03	4,60	7,99	4,15
22	—	4,31	4,79	—	4,20
24	—	4,60	5,24	—	4,28
26	—	4,97	5,50	—	4,39
28	—	5,16	5,50	—	4,39
30	—	5,41	5,50	—	4,55
32	—	5,76	5,50	—	4,74
34	—	6,24	5,50	—	4,93
36	—	6,42	5,50	—	5,12
38	—	6,42	5,50	—	5,20
40	—	7,11	5,50	—	5,48
42	—	7,26	5,59	—	5,65
44	—	7,47	5,76	—	5,82
46	—	7,63	5,85	—	6,17
48	—	7,69	6,00	—	6,51
50	—	7,69	6,17	—	6,66
52	—	—	6,42	—	6,92
54	—	—	6,49	—	7,15
56	—	—	6,64	—	—
58	—	—	7,11	—	—
Glödförlust	97,8	98,1	98,4	96,4	70,8

¹ Tjockt, torvartat råhumustäcke sid. 497, n:r 1.
² Tallskog, uppkommen efter brand sid. 493, n:r 6.

Tab. 28. Elektrometrisk titring av humusformer.

		Calmbach ¹		Kulbäcksliden ²		Lubbträsk ²	Rönnliden ²
		Gran		Gran		Gran	Gran
		F pH	H pH	F pH	H pH	H pH	F + H pH
HCl ccm	20	2,32	1,93	2,25	2,13	2,06	2,04
	18	2,32	1,93	2,30	2,18	2,13	2,09
	16	2,39	2,00	2,30	2,18	2,13	2,09
	14	2,44	2,00	2,42	2,25	2,18	2,14
	12	2,51	2,07	2,47	2,35	2,25	2,21
	10	2,56	2,19	2,52	2,47	2,30	2,27
	8	2,68	2,31	2,65	2,47	2,35	2,39
	6	2,92	2,38	2,80	2,65	2,42	2,44
	4	3,10	2,44	2,87	2,75	2,52	2,56
	2	3,34	2,63	3,03	2,87	2,65	2,66
	0	3,56	3,05	3,26	2,92	2,92	2,84
NaOH ccm	2	3,62	3,17	3,51	3,25	3,03	3,10
	4	3,74	3,51	3,67	3,67	3,25	3,32
	6	3,91	3,85	3,88	4,14	3,56	3,69
	8	4,12	4,30	4,04	4,69	3,67	3,98
	10	4,29	4,94	4,14	5,07	3,98	4,24
	12	4,50	5,45	4,30	5,89	4,19	4,59
	14	4,71	6,12	4,49	6,75	4,54	5,40
	16	4,97	6,87	4,70	7,93	4,78	6,18
	18	5,23	7,48	4,94	8,85	5,44	7,33
	20	5,63	7,65	5,17	—	5,97	8,42
	22	5,92	—	5,38	—	7,55	—
	24	6,67	—	5,58	—	8,14	—
	26	7,20	—	6,07	—	—	—
	28	7,88	—	6,57	—	—	—
	30	—	—	7,08	—	—	—
Glödförlust		9,20	72,8	93,4	76,0	96,6	93,0

¹ Granskog och silvergranskog i Schwarzwald, väl slutna kulturskogar sid. 383, n:r 2 och sid. 385, n:r 3.

² Gamla överåriga glesa granskogar sid. 465, n:r 2, sid. 493, n:r 4 och sid. 488, n:r 1.

KAP. XI. Kvävehalt och kvävemobilisering i den friska förnan.

1. Förnans kvävehalt.

En del av det kväve, som finnes i skogens humustäcke, härstammar från själva förnamaterialet, som alltid innehåller proteinämnen. Med varje års höst tillföres marken på detta sätt en betydande kvantitet organiskt bundet kväve. Det är emellertid ej möjligt att utan ingående undersökningar uppskatta detta kväves kvalitativa och kvantitativa roll. Vad den sistnämnda frågan, den kvantitativa, beträffar, må erinras därom, att i marken även försiggå kvävebindande processer, vid vilka mikroorganismer, bakterier och möjligen även svampar spela en viktig roll. Av ett betydande, såväl praktiskt som teoretiskt intresse är den kvävebindning,

som äger rum hos nedfallet löv och som först klart påvisades av HENRY (1897). Det är en biologisk process, vilket bl. a. framgår därav, att den ej försiggår i steriliserat material. Från bakteriologisk synpunkt är den ännu ofullständigt studerad, men av HENRYS undersökningar framgår, att denna kvävebindning når så stora belopp, att den kan tänkas vara av stor betydelse för skogsmarkens kväveekonomi. *Azotobacter*-arterna, som spela en viktig roll för kvävebindningen i den goda åkerjorden, saknas i regel i skogsmarken. WEIS & BORNEBUSCH (1915) sökte dem för-
gäves i ett stort antal goda danska skogsjordar. Endast på ovanligt kalk-rik mark kunde *Azotobacter*-arter påvisas. Liknande erfarenheter har jag gjort i avseende på våra svenska skogsmarker, och i Finland har BRENNER (1924 b) kommit till samma resultat. I de surt reagerande skogsmarkerna torde *Clostridium*-arter och svampar vara de viktigaste kvävebindarna, men något närmare känner man ej om deras verksamhet.

Vilken roll än dessa kvävebindande processer må spela, så måste dock det med förnamaterialet tillförda, bundna kvävet vara av stor betydelse för markens kväveförråd. Det är ingalunda några små kvantiteter, som på detta sätt tillföras marken, då förnan är ganska rik på kväve, såsom nedanstående siffror visa.

<i>Picea excelsa</i>	Exp. ¹	1,5	%	N _{tot}
» »	Dj.	0,9	»	»
<i>Pinus silvestris</i>	»	0,6	»	»
» »	F.	0,5	»	»
<i>Larix decidua</i>	Exp.	0,8	»	»
» <i>leptolepis</i>	»	0,6	»	»
» <i>sibirica</i>	»	0,5	»	»
<i>Picea excelsa</i>	Friska barr.	Dj.	1,2	»
<i>Pinus silvestris</i>	» »	»	1,3	»
<i>Acer platanoides</i>	Exp.	0,6	»	»
<i>Aesculus hippocastanum</i>	D.	1,4	»	»
<i>Alnus glutinosa</i>	Exp.	2,1	»	»
» <i>incana</i>	»	2,3	»	»
<i>Betula alba</i>	»	0,7	»	»
» <i>pubescens</i>	B.	1,0	»	»
» »	F.	0,9	»	»
» <i>verrucosa</i>	B.	1,0	»	»
» »	F.	1,3	»	»
<i>Corylus avellana</i>	D.	1,5	»	»
<i>Fagus silvatica</i>	»	1,0	»	»
» »	Exp.	0,7	»	»
<i>Fraxinus excelsior</i>	D.	1,1	»	»
<i>Populus tremula</i>	B.	1,2	»	»

¹ Om förkortningarnas betydelse se sid. 251.

<i>Quercus robur</i>	D.	1,2 %	N _{tot}
» »	Exp.	1,1 »	»
<i>Salix caprea</i>	B.	0,7 »	»
<i>Sorbus aucuparia</i>	»	0,6 »	»
<i>Ulmus scabra</i>	D.	1,5 »	»
<i>Vaccinium myrtillus</i>	D.	0,9 »	»
» <i>vitis idæa</i>	V.	1,0 »	»
<i>Melica uniflora</i>	D.	1,1 »	»
<i>Mercurialis perennis</i>	»	1,2 »	»
<i>Stachys silvatica</i>	»	2,4 »	»
<i>Eupteris aquilina</i>	Dj.	0,6 »	»

Analyserna äro utförda på nyss vissnade, ännu osönderdelade blad. För jämförelse ha medtagits tvenne analyser å färska tall- och granbarr, insamlade under vintern. Analysresultaten visa en kvävehalt växlande från 0,5—2,4 % av bladens torrsvikt och överensstämma, vad storleksordningen beträffar, med förut av EBERMAYER (1876, sid. 75 och 1882, sid. 59—60), EMEIS och LOGES (se CZAPEK Bd II, sid. 293) samt MÖLLER (1912, sidd. 532 o. 537) meddelade värden. Märkligt är att bland träden *Alnus*-arterna ha den kväverikaste förnan, vilket möjligen kan sättas i samband med förekomsten av kvävebindande organismer på dessa trädets rötter. Då bladavfallet per hektar i de slutna bestånden uppgår till högst avsevärda belopp, äro de funna procentsiffrorna tillräckligt stora för att en betydande kvävetillförsel till marken skall äga rum med förnaavfallet.

2. Kvävet mobilisering i den friska förnan.

Emellertid är det av största betydelse att närmare undersöka, hur det med förnan tillförda kvävet frigöres och hur snabbt det omföres i en för högre växter tillgänglig form. För att söka lösa denna fråga ha de vissnade och torkade bladen sönderdelats till ett mer eller mindre fint pulver. En viss mängd av detta bladpulver inlades i en erlenmeyerkolv samt genomfuktades. Bladpulvret har på så sätt lämnats att multna under en tid av tre månader. Den avspaltbara mängden ammoniak bestämdes vid försökets början och vid dess slut, vid vilken även i vissa fall nitratmängden bestämdes. Vid dessa försök användes samma metoder och samma tillvägagångssätt som vid undersökning av jordproven. Det är visserligen sannolikt, att de vissnande bladen ganska snart infekteras med sporer och andra förökningsorgan av organismer, som ombesörja förnans sönderdelning, men för att vara på den säkra sidan blevo bladpulverproven omedelbart före lagringen infekterade. För infektionen användes dels en nitrificerande hyggesjord, som i stor utsträckning använts

vid studiet av kväveomsättningen i humustäcket (se vidare sid. 203), dels en kraftigt nitrificerande mull från Dalby hage samt för studiet av ammoniakavspaltningen en kraftigt ammoniakbildande råhumus från Kulbäcksliden. Bladpulvret och infektionsjorden blandades i proportionen 9:1. En annan serie anordnades på så sätt att hyggesjord eller mulljord och bladpulver blandades i proportionen 9:1. Resultatet av dessa undersökningar återgives i tab. 29, sid. 300. I denna angives den mängd ammoniakkväve, uttryckt i mg kväve per kg torra blad (vikten beräknad med hänsyn till fuktigheten, bestämd genom torkning vid 98°),¹ som utvinnes vid provets behandling med 0,1 % saltsyra dels före multningsproceduren, dels efter 3 månaders lagring i fuktigt tillstånd efter infektion med en ammoniakbildande humus. Vidare angives den mängd salpeter, som bildas då bladpulvret infekteras med hyggesjord, varvid inom parentes angives den mängd salpeter, som normalt bör bildas av infektionsjorden. I sista kolumnen återfinner man resultaten av försök med bladbemängd nitrificerande jord, varvid siffrorna inom parentes ange den mängd nitratkväve, som den nitrificerande jorden normalt, d. v. s. utan bladinblandning, borde ha bildat.

Resultatet av dessa undersökningar är ganska märkligt och påfallande. I den färska förnan, d. v. s. i de nyss fallna, ännu oomvandlade vissna bladen, finnas endast relativt små mängder kväve, som utvinnes eller avspjälkas i form av ammoniak. Efter en förmultningsprocedur om tre månader under gynnsamma förhållanden har mängden ammoniakkväve minskats och i flertalet fall nedbringats till 0. Vidare märkes att en infektion med nitrificerande jord i de allra flesta fall ej förmår framkalla någon salpeterbildning, tvärtom, under lagringstiden bildas i infektionsjorden mindre mängder salpeterkväve än som normalt skulle bildas. Den färska förnan nedsätter salpeterhalten i marken. Ännu tydligare framgår detta av försöken med inblandning av bladpulver i salpeterbildande jord. I en blandning i proportionen 9:1, t. ex. 90 g nitrificerande hyggesjord och 10 g bladpulver, nedsättes nitrifikationen eller salpeterhalten till ett minimum. I stället för att det skulle ha bildats en nitratmängd, motsvarande omkring 200 mg salpeterkväve per kg, finner man efter 3 månader i jord, bemängd med bladpulver, i de flesta fall endast några få milligram. Närmast ligger det till hands att tänka på att den stora mängd sönderdelbara kolhydrater, som med bladen tillföres jorden, skulle ha framkallat en denitrifikation. Härför talar också i hög grad följande försök. I en starkt salpeterbildande hyggesjord inblandades fint sönderklippt filtrerpapper i proportionen 9:1, d. v. s.

¹ Alla försök gjordes helt naturligt med lufttorkade bladprov, som för övrigt ej behandlats på något annat sätt än genom söndermalning.

90 g hyggesjord blandades med 10 g söndersmulat filterpapper. Som försöket visar hade denna inblandning till följd att under 3 månaders lagring jordens salpeterhalt, som normalt var ganska stor, nedtrycktes till ett minimum. Men därmed är frågan ej löst. Även om en denitrifikation förekommer, återstår det dock att förklara den ringa halten ammoniakkväve och att denna nedtryckes under förmultningsproceduren.

Nitrifikation hos hyggesjord med och utan filterpapper.

Utan filterpapper	Med 10 % filterpapper
3 månaders lagring	3 månaders lagring
S-N mg per kg	S-N mg per kg
400	0,5 ¹

Vad den ringa halten ammoniakkväve i den ursprungliga, oomvandlade förnan beträffar, vilken halt växlar från 1,2 till 3,4 % av totalkvävet, torde denna vara att tillskriva den kemiska beskaffenheten av de kvävehaltiga ämnena i bladet. Det vore ju ganska förklarligt, om dessa skulle bestå av mera svårt sönderdelbara äggviterester. Något närmare känner man dock ej härom. Den nedtryckning i ammoniakhalten, som äger rum under förmultningsprocessen, torde däremot vara att söka i förhållandet mellan kolhydrater och kvävehaltiga ämnen. WAKSMAN (1924) har nyligen visat att förhållandet mellan kolet och kvävet i marken utövar ett mycket viktigt inflytande på mobiliseringen eller mineraliseringen av de kvävehaltiga ämnena. Vid stor tillgång på kol i förhållande till tillgången på kväve bindes kvävet av mikroorganismerna och något organiskt kväve frigöres ej i form av ammoniak eller salpeter. Sjunker däremot koltillgången i förhållande till kvävetillgången, kommer vid sönderdelnings- eller förmultningsprocessen en del kväve att frigöras och bli tillgängligt för de högre växterna. I god överensstämmelse härmed står det förhållandet, att just de kväverikare förnorna såsom bladen av al och *Stachys silvatica* lämnat avsevärda kvävemängder vid lagring. Vid infektionsförsök eller vid inblandning i jord ha de även givit upphov till ej obetydliga mängder salpeterkväve. Emellertid får jag tillfälle att längre fram vid studiet av kvävemobiliseringen i humustäcket närmare ingå på denna fråga.

Undersökningarna angående kvävemobiliseringen vid förnans börjande förmultning kunna sammanfattas på följande sätt:

Vid den påbörjande förmultningen av de friska förnorna frigöras i regel obetydliga eller inga ammoniakmängder. Ammoniaken bindes sannolikt av vid förnans förmultning verk samma organismer.

¹ Medeltal av 4 försök.

Tab. 29. Kvävet mobilisering vid förmultningsprov med färsk förna.

Die Mobilisierung des Stickstoffs bei Vermoderungsversuchen mit unzersetzten, herbstlich vergilbten Blättern.

		Urspr. mängd Am-N mg per kg Urspr. Am-N	Am-N efter 3 mån. lagring mg per kg Nach drei Monaten	S-N i förna efter 3 mån. lagring med inf. jord mg per kg Nach drei Monat. mit Inf. Erde	Inf. jordens nitratmängd efter 3 mån. lagr. med förna mg per kg Inf. Erde mit Blät- tern nach drei Monaten
<i>Picea excelsa</i>	Dj. ¹	—	—	—	0,2 (144) ² 0,5 (216)
» »	Exp.	—	0	2,5 (20) ²	—
<i>Pinus silvestris</i>	Dj.	—	—	—	0,2 (144) 0,4 (216)
» »	F.	113	0	—	—
<i>Larix decidua</i>	Exp.	—	0	2,5 (20)	0,2 (144) 0,2 (216)
» <i>l. ptolepis</i>	»	—	0	2,0 (20)	0,3 (144) 0,3 (216)
» <i>sibirica</i>	»	—	0	2 (20)	0,5 (216)
<i>Acer platanoides</i>	»	—	0	0 (28)	0,2 (144) 0,2 (122)
<i>Aesculus hippocastanum</i>	D.	—	0	3 (20)	0,2 (144)
<i>Alnus glutinosa</i>	Exp.	—	0	3 (20)	0,4 (144) 275 (216)
» <i>incana</i>	»	—	367	20 (20)	0,2 (144) 88 (216)
<i>Betula alba</i>	»	—	0	5 (20)	0,4 (144) 0,8 (216)
» <i>pube. cens</i>	B.	6	0	11 (19)	—
» »	F.	203	45	4 (20)	0,6 (216)
» <i>verrucosa</i>	B.	203	48	4 (23)	0,4 (200)
» »	F.	158	0	6 (20)	2,1 (216)
<i>Corylus avellana</i>	D.	—	42	2,4 (28)	0,5 (144) 4,5 (216)
<i>Fagus silvatica</i>	»	0	0	2 (20)	0,3 (144) 2,5 (216)
» »	Exp.	—	0	1,2 (20)	0,2 (144) 0,5 (216)
<i>Fraxinus excelsior</i>	D.	—	0	3 (20)	0,3 (144) 1,2 (216)
<i>Populus tremula</i>	B.	408	125	—	—
<i>Quercus robur</i>	D.	—	30	3 (20)	0,2 (144) 0,6 (216)
» »	Exp.	—	0	2 (20)	0,4 (144) 0,6 (122)
<i>Salix caprea</i>	B.	85	0	3 (19)	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	»	147	0	4,8 (22)	0,4 (216)
<i>Ulmus scabra</i>	D.	—	342	9,6 (20)	38 (144) 156 (216)
<i>Vaccinium myrtillus</i>	B.	245	0	3,2 (20)	0,8 (216)
» <i>vitis idæa</i>	V.	—	0	—	—
<i>Eupteris aquilina</i>	Dj.	—	—	0,7 (24)	—
<i>Melica uniflora</i>	D.	—	—	7,2 (20)	—
<i>Mercurialis perennis</i>	»	—	300	0 (20)	16 (216)
<i>Stachys silvatica</i>	»	—	2,240	22 (16)	200 (144)

¹ Angående förkortningarnas betydelse se sid. 251.

² Siffrorna inom parentes angiva nitratmängden hos de använda jordkvantiteterna utan blad-inblandning. Die Werte zwischen den Klammern geben die Nitratmengen an, die man in den Bodenproben ohne beigemischte Blätter findet.

Endast särskilt kväverika förnor (kvävehalt omkring 2 %) frigöra ammoniak.

Infektion med nitrificerande jord framkallar hos flertalet förnor ej någon nitrifikation.

Den oförmultnade förnans inblandning i nitrificerande jord förminskar eller hämmar frigörelsen av nitrater.

Starkt kvävehaltiga förnor kunna härutinnan visa undantag.

KAP. XII. Humustäckets kvävehalt.

Det är många faktorer, som inverka på humustäckets kvävehalt; förnans ursprungliga kvävehalt, gången av de förmultningsprocesser, som omvandla förnan, den intensitet, varmed de i marken levande organismerna förmå upptaga och assimilera luftens fria kväve samt slutligen vegetationens kväveupptagande ur marken. Dessa olika faktorer kunna på olika sätt vara kombinerade med varandra och förorsaka en växlande kvävehalt hos markens humus. I stort sett varierar den dock inom rätt trånga gränser från i medeltal omkring 1,5 % till cirka 3 %. De av mig i denna undersökning funna yttergränserna äro 0,6 % och 4,3 %. I genomsnitt är humusens kvävehalt större än förnans.

Vad förmultningsprocesserna beträffar, är det tydligt, att om dessa i första hand bestå i en oxidation av kolhydraterna eller andra kvävefria föreningar i förnan, dessa rent automatiskt skola höja humusens kvävehalt. Detta tycks också vara fallet. Ordnar man de undersökta humusproven med hänsyn till glödförlusten och undersöker kvävehalten inom de på så sätt bildade grupperna, finner man visserligen inom varje grupp en rätt vid variation, men de genomsnittliga värdena visa en påfallande lagbundenhet. Med stigande glödförlust avtar kvävehalten (se vidare fig. 37 och tab. 30). Olikheten mellan grupperna med den minsta och den största glödförlusten är dock ej stor. Från c:a 3 % avtar kvävehalten till c:a 1,65 % (se tab. 30).¹ Om skillnaden ej är stor, vittnar den dock om viktiga olikheter mellan t. ex. mull- och råhumusbildningen.

Även i ett annat avseende framträda olikheter mellan dessa humusformers kvävehushållning. Jämför man de totala kvävehalterna i förmultnings- och humusämneskikten i ett och samma humustäcke med

¹ För att få en inblick i de processer, som påverka förmultningen av förnan och bestämma humusens kvävehalt, är det nödvändigt att beräkna totalkvävet i procent av humusen eller jordens glödförlust. Räknas kvävehalten endast i procent av jordens torrsvikt, visa mulljordar i regel en låg kvävehalt, då humusen här blandas med mineraljord. Det vore dock tydligen alldeles oriktigt, att med anledning härav påstå, att mullbildningen vore förbunden med en kväveförlust. En ren inblandning av förnan i mineraljorden utan den minsta förvandling av densamma skulle ju medföra alldeles samma effekt.

varandra finner man att ibland förmultningsskiktets, ibland humusämneskiktets humus är rikare på kväve. I medeltal av 39 jämförelser hade humusämneskiktet 0,08 % högre kvävehalt än förmultningsskiktet. En viss tendens i materialet gör sig emellertid gällande. I de mer mullartade humustäckena och i dem, som till mer väsentlig del bildas av löv, har humusämneskiktet ofta en kväverikare humus än förmultningsskiktet. I elva undersökta fall uppgick skillnaden till 0,4 % i medeltal. I de mer råhumusartade däremot var förmultningsskiktets humus rikast, men skillnaden var minimal; i medeltal av 27 fall var den endast 0,007 %; även där förekommer växling i båda riktningarna. Denna olikhet mellan

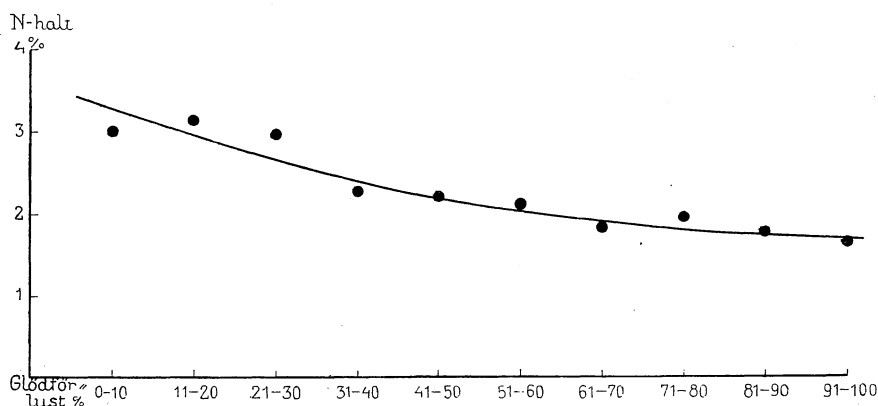


Fig. 37. Sambandet mellan jordprovets glödförlust och humusens kvävehalt. (Tab. 30, sid. 304).

Beziehung zwischen Humusgehalt (Glühverlust) des Bodens und Stickstoffgehalt des Humus.

de mera råhumusartade och de mer mullartade humusformerna kan förklaras antingen genom att hos de senare de kvävefria föreningarna nedbrytas hastigare än de kvävehaltiga eller genom en under humifieringen pågående assimilation av fritt kväve eller ock genom att båda processerna samverka med varandra. Endast genom direkt på frågan inriktade undersökningar kan denna sak avgöras. Observationerna synas mig emellertid tala för att i mullen försiggår en kväveassimilation och att även om en sådan process kan försiggå i ett råhumustäcke den där är svagare.

Förut har visats att det finnes ett visst, ehuru mera löst samband mellan p_H och glödförlust; med avtagande glödförlust föreligger en tendens till ett stigande numeriskt värde hos p_H (se sid. 241—242). Man kunde därför vänta ett visst samband även mellan p_H och humusens kvävehalt. Ordnar man jordproven i olika p_H -grupper, finner man inom varje sådan grupp en rätt stor variation med hänsyn till kvävehalten, men genom-

snittsvärdena för de olika grupperna visa en tydlig tendens att stiga med stigande numeriskt värde på p_H . Vid avtagande surhetsgrad hos marken stiger humusens kvävehalt (se fig. 38 och tab. 31).

För en diskussion av dessa frågor om sambandet mellan markens glödförlust eller p_H och dess halt av kväve måste först och främst framhållas, att de undersökta jordproven äro insamlade under olika klimatiska betingelser, på olika mineralisk grund och att humusen härstammar från olika slags förnör. Den variation, som finnes i sambandet mellan t. ex. p_H och kvävehalt, är därför väl förklarlig. Märkligare synes mig vara, att ett så pass heterogent material kunnat visa ett så starkt samband mellan kvävehalt och de undersökta faktorerna, som verkligen är

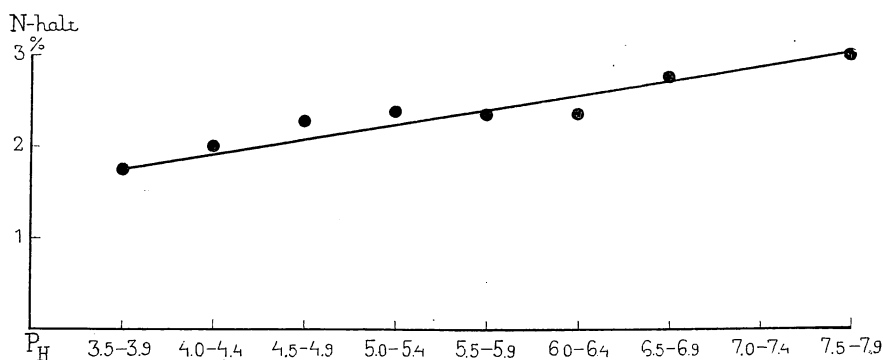


Fig. 38. Sambandet mellan humusens kvävehalt och dess reaktionstal, p_H . (Tab. 31, sid. 305—306).

Beziehung zwischen Stickstoffgehalt des Humus und Reaktionszahl, p_H , der Humusdecke.

fallet. Detta tyder på att det i det stora hela finnes en viss enhetlighet i de processer, som äro bundna vid humusbildningen i skogsmarken. Till en diskussion av dessa frågor skall jag emellertid återkomma, sedan en del andra frågor blivit närmare undersökta. För närvarande torde det vara nog att framhålla följande:

Humusens kvävehalt avtager med stigande humushalt (glödförlust) hos marken.

Humusens kvävehalt tilltager med avtagande sur reaktion i marken.

I mullartad humus och i sådan, som till mer väsentlig del bildas av löv, är kvävehalten ofta högre i humusämneskiktets än i förmultningsskiktets humus.

I råhumusformer, isynnerhet i rena barrskogar, råder i stort sett det motsatta förhållandet; förmultningsskiktets humus är kväverikare än humusämneskiktets, ehuru skillnaden ej är stor.

Från dessa regler finnas i detaljerna stora avvikelser, i stort sett synas de emellertid äga en god giltighet. För vegetationen är det emellertid av mindre betydelse, hur stor kvävehalten är i marken. Av större betydelse är, hur detta kväve mobiliseras och blir tillgängligt. Vi skola nu närmare undersöka denna sak.

Tab. 30. Humusens totala kvävehalt och jordens glödförlust.

Stickstoffgehalt des Humus und Glühverlust des Bodens.

Glöd- förlust	0—10 %	11—20 %	21—30 %	31—40 %	41—50 %	51—60 %	61—70 %	71—80 %	81—90 %	91—100 %
N-halt	1,4	2,0	2,4	0,9	1,4	0,7	1,2	0,6	0,7	0,8
	2,5	2,6	2,6	1,3	1,4	1,7	1,4	1,4	1,2	1,3
	2,9	2,8	2,7	1,4	1,5	1,7	1,4	1,4	1,2	1,4
	3,9	2,9	2,9	1,5	1,6	1,7	1,5	1,5	1,3	1,4
	4,3	2,9	3,0	1,7	1,6	1,7	1,6	1,5	1,3	1,5
	—	3,3	3,0	1,7	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,5
	—	3,3	3,3	1,8	1,9	1,9	1,6	1,5	1,3	1,5
	—	3,4	3,3	2,0	1,9	1,9	1,6	1,6	1,4	1,5
	—	3,4	3,5	2,1	2,0	1,9	1,6	1,6	1,4	1,5
	—	3,5	—	2,3	2,1	2,0	1,6	1,6	1,4	1,5
	—	3,7	—	2,3	2,2	2,1	1,6	1,6	1,5	1,6
	—	3,9	—	2,4	2,2	2,1	1,7	1,7	1,5	1,6
	—	—	—	2,4	2,2	2,2	1,7	1,8	1,5	1,6
	—	—	—	2,5	2,2	2,3	1,7	1,8	1,5	1,6
	—	—	—	3,4	2,3	2,4	1,7	1,8	1,5	1,7
	—	—	—	3,5	2,4	2,5	1,7	1,8	1,6	1,7
	—	—	—	3,6	2,4	2,5	1,8	1,8	1,6	1,7
	—	—	—	4,0	2,5	2,5	1,8	1,9	1,6	1,7
	—	—	—	—	2,5	2,5	1,8	1,9	1,6	1,7
	—	—	—	—	2,7	2,5	1,9	2,0	1,6	1,8
	—	—	—	—	2,8	2,6	2,0	2,0	1,6	1,8
	—	—	—	—	3,3	2,7	2,0	2,1	1,7	1,9
	—	—	—	—	3,6	2,8	2,0	2,2	1,7	1,9
	—	—	—	—	—	—	2,1	2,2	1,7	1,9
	—	—	—	—	—	—	2,2	2,2	1,8	1,9
	—	—	—	—	—	—	2,2	2,3	1,8	2,0
	—	—	—	—	—	—	2,3	2,3	1,8	2,0
	—	—	—	—	—	—	2,6	2,4	2,0	2,1
	—	—	—	—	—	—	2,7	2,4	2,0	—
	—	—	—	—	—	—	2,7	2,5	2,0	—
	—	—	—	—	—	—	—	2,6	2,0	—
	—	—	—	—	—	—	—	2,6	2,0	—
	—	—	—	—	—	—	—	2,9	2,1	—
	—	—	—	—	—	—	—	3,3	2,1	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,6	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	2,7	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0	—
Medelt. 3,00 (5 prov)	3,14 (12 prov)	2,96 (9 prov)	2,27 (18 prov)	2,20 (23 prov)	2,12 (23 prov)	1,84 (30 prov)	1,95 (34 prov)	1,77 (43 prov)	1,65 (28 prov)	

Tab. 31. Total kvävehalt och p_H.
Stickstoffgehalt und p_H.

p _H	3,5		3,6		3,7		3,8		3,9		4,0		4,1	
	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.
N-halt	0,8	1,6	0,9	1,7	0,8	2,6	1,1	2,0	0,7	1,4	0,4	3,9	0,5	1,5
	0,9	1,4	1,1	1,3	0,8	0,8	1,1	1,6	0,7	2,4	0,5	1,4	0,7	3,0
	—	—	1,2	1,8	0,9	1,9	1,1	1,3	0,8	3,3	0,6	1,4	1,1	2,7
	—	—	1,2	1,5	1,0	1,2	1,2	1,4	0,9	2,4	0,7	3,3	1,2	1,3
	—	—	1,2	1,5	1,2	1,6	1,3	2,0	1,0	1,6	0,7	1,7	1,2	2,5
	—	—	1,3	1,8	1,3	1,6	1,3	1,4	1,0	2,2	0,7	1,7	1,2	1,3
	—	—	1,3	2,3	1,4	1,8	1,3	1,5	1,1	1,7	0,8	1,9	1,3	1,5
	—	—	1,3	1,9	1,4	1,5	1,3	1,5	1,2	1,4	1,0	1,4	1,4	3,6
	—	—	1,3	1,8	1,4	1,4	1,4	1,5	1,2	1,6	1,0	1,5	1,4	1,5
	—	—	1,5	2,0	1,4	1,5	1,5	3,3	1,3	1,7	1,2	1,7	1,5	2,6
	—	—	1,6	2,1	1,4	1,6	1,8	2,0	1,4	1,5	1,2	1,3	1,6	1,7
	—	—	2,0	2,6	1,8	2,0	1,8	1,9	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,8
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	1,9	1,2	1,6	1,6	1,7
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,7
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	1,6	1,3	2,1	1,8	1,9
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	2,0	1,3	1,6	1,9	2,0
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	1,8	1,4	1,8	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7	1,8	1,4	1,7	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	1,9	1,5	1,8	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7	2,4	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	1,9	—	—
Medelt.	0,85 (2 prov)	1,50	1,33 (12 prov)	1,86	1,23 (12 prov)	1,63	1,35 (12 prov)	1,78	1,27 (20 prov)	1,85	1,09 (22 prov)	1,88	1,36 (17 prov)	2,00
p _H	4,2		4,3		4,4		4,5		4,6		4,7		4,8	
	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.
N-halt	0,6	2,9	0,7	1,6	0,6	3,9	0,2	1,4	0,3	4,3	1,0	2,2	0,4	2,0
	0,7	2,8	1,1	1,5	0,9	2,3	0,8	2,4	0,9	3,5	1,2	2,1	0,9	2,5
	0,9	1,2	1,1	1,9	1,0	1,8	0,9	2,3	1,2	1,7	1,3	2,5	1,3	1,4
	1,0	1,6	1,3	1,8	1,0	2,1	1,0	1,6	1,2	1,8	1,4	4,0	1,6	1,8
	1,0	1,6	1,4	1,6	1,1	2,4	1,1	1,7	1,3	1,4	1,6	2,2	1,9	2,0
	1,0	1,9	1,4	1,8	1,2	1,8	1,4	2,2	1,4	1,6	1,6	2,8	2,0	2,4
	1,1	2,3	1,5	1,6	1,2	1,7	1,4	3,5	1,6	2,1	1,7	2,0	—	—
	1,1	2,2	1,6	2,6	1,3	1,8	1,4	1,6	2,2	2,4	2,0	2,6	—	—
	1,2	2,1	1,9	2,2	1,3	2,0	1,4	2,5	—	—	—	—	—	—
	1,2	2,0	—	—	1,4	1,5	1,6	1,8	—	—	—	—	—	—
	1,5	3,6	—	—	1,5	1,7	1,7	1,8	—	—	—	—	—	—
	1,6	2,9	—	—	1,7	2,1	1,8	2,1	—	—	—	—	—	—
	1,6	1,7	—	—	1,8	2,5	2,6	3,3	—	—	—	—	—	—
	1,7	2,7	—	—	1,8	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	1,9	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Medelt.	1,16 (14 prov)	2,19	1,33 (9 prov)	1,84	1,31 (15 prov)	2,13	1,33 (13 prov)	2,17	1,26 (8 prov)	2,35	1,48 (8 prov)	2,55	1,35 (6 prov)	2,02
p _H	4,9		5,0		5,1		5,2		5,3		5,4		5,5	
	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.
N-halt	1,5	2,5	1,4	2,4	1,6	2,7	0,2	2,5	—	—	0,3	2,9	1,4	2,5
	2,2	2,6	1,9	2,1	1,7	2,3	0,6	2,9	—	—	0,3	2,6	—	—
	—	—	—	—	2,2	2,9	1,0	1,7	—	—	1,0	1,7	—	—
	—	—	—	—	—	—	1,1	2,5	—	—	1,4	2,5	—	—
	—	—	—	—	—	—	1,4	2,2	—	—	1,5	2,3	—	—
Medelt.	1,85 (2 prov)	2,55	1,65 (2 prov)	2,25	1,83 (3 prov)	2,63	0,95 (6 prov)	2,30	—	—	0,90 (5 prov)	2,40	1,40 (1 prov)	2,50

Tab. 31 (forts.).

PH.....	5,6		5,7		5,8		5,9		6,0		6,1		6,2	
	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.
N-halt	0,8 1,1 2,4	2,1 1,5 2,7	0,4 0,5 —	3,7 3,3 —	0,9 — —	3,0 — —	0,7 0,9 —	2,0 1,9 —	0,5 — —	3,4 — —	1,8 — —	2,3 — —	— — —	— — —
Medelt.	1,43 (3 prov)	2,10	0,45 (2 prov)	3,50	0,90 (1 prov)	3,00	0,80 (2 prov)	1,95	0,50 (1 prov)	3,40	1,80 (1 prov)	2,30	— —	—
PH.....	6,3		6,4		6,5		6,6		6,7		6,8		6,9	
	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.
N-halt	— —	— —	1,0 1,7	1,6 2,1	1,8 —	2,7 —	0,7 1,8	3,4 2,4	1,1 —	2,4 —	1,4 2,6	2,5 3,0	0,6 —	2,9 —
Medelt.	— —	—	1,35 (2 prov)	1,85	1,80 (1 prov)	2,70	1,25 (2 prov)	2,90	1,10 (1 prov)	2,40	2,00 (2 prov)	2,75	0,60 (1 prov)	2,90
P _H ...	3,5—3,9		4,0—4,4		4,5—4,9		5,0—5,4		5,5—5,9					
	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.				
N-halt	1,28	1,75	1,24	2,00	1,38	2,27	1,19	2,39	1,14	2,35				
P _H ...	6,0—6,4		6,5—6,9		7,0—7,4		7,5—7,9							
	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.	Dir.	Omr.						
N-halt	1,22	2,35	1,43	2,76	—	—	0,60	3,00						

KAP. XIII. Kvävet mobilisering (ammoniak- och salpeterbildningen) i humustäcket och därpå inverkan faktorer.

I en föregående avhandling, som behandlade frågan om salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess ekologiska betydelse (HESSELMAN 1917 a), kunde jag påvisa, att i barrskogens råhumustäcke sönderdelningen av de kvävehaltiga föreningarna ej går längre än till bildningen av ammoniak, medan i mulljordar en nitrifikation av den bildade ammoniaken ofta eller i regel äger rum. En dylik nitrifikation och t. o. m. en livlig sådan påvisades även i utpräglad sur jord. Mina egna fortsatta undersökningar liksom även andras, t. ex. GAARDER och HAGEM (1921), CARSTEN OLSEN (1921), ha i stort sett bekräftat dessa mina resultat. Emellertid återstå ännu många frågor att lösa, såsom angående ammoniak- och nitratbildningens intensitet och de faktorer, som härvidlag äro verksamma. Det nu insamlade, mer omfattande observationsmaterialet, har bear-

betats med hänsyn till dessa frågor och kan i sin mån bidra till deras lösning.

Innan jag ingår närmare på dessa frågor, vill jag blott erinra om, att ammoniaken bestämts genom humusprovets behandling med en 0,1 n HCl-lösning, medan salpetern extraherats med destillerat vatten. Ammoniak- och salpeterbildningen har studerats efter en lagringstid av tre månader. För att vidare karakterisera kvävet frigörelsemöjligheter i humustäcket, har ett större antal av humusproven infekterats med en salpeterbildande hyggesjord. Efter en lagring under tre månader har salpeterbildningen i det så infekterade provet närmare undersökts. I tabellerna anges halten salpeterkväve för provet i dess helhet. Vid bedömandet av den infekterade jordens möjlighet att bilda salpeter bör man även taga i betraktande infektionsjordens egen salpeterbildande förmåga. Denna anges alltid i tabellerna. Då en tiondel av det infekterade provet utgöres av infektionsjord, kan man få ett visst mått på den infekterade jordens nitrifikationsförmåga genom att minska det infekterade provets salpeterhalt med en tiondel av den mängd salpeterkväve, som i tabellerna anges för infektionsjorden. En sådan beräkning förutsätter emellertid att infektionsjordens nitrifikationsförmåga ej ändras, när den inblandas i en annan jord. Detta torde emellertid vara ganska osäkert. Åtminstone i en hel del råhumusprov nedtryckes nitrifikationen i infektionsjorden till ett minimum. I tabellerna anges därför jordblandningens salpeterbildande förmåga, men genom att nitrifikationen hos infektionsjorden samtidigt anges, förefinnes en möjlighet att bedöma dess förhållande till jordblandningens. Angående metoderna i övrigt hänvisas till kap. IV: 9, sid. 203.

Många olika faktorer kunna påverka kvävet mobilisering i humustäcket. De äro dels av kemisk natur, och spela då en mera allmän roll, dels av mera lokal. Till de förra höra humustäckets reaktionstal, dess halt av basiska eller sura buffertämnen, halten assimilerbar kalk samt slutligen de kvävehaltiga föreningarnas kemiska natur. Till de mera lokala faktorerna höra ortens klimat, markens temperatur och fuktighet, beståndets sammansättning och slutenhet, förnans beskaffenhet samt de förändringar i beståndet, som äro en följd av gallring, avverkning etc. Med stöd av det föreliggande observationsmaterialet skola vi försöka utreda dessa olika faktorerens betydelse.

1. Kvävet mobilisering i humustäcket och reaktionstalet (p_H).

Det ligger otvivelaktigt nära till hands att underkasta förhållandet mellan ammoniak- och nitratbildningen samt reaktionstalet en närmare undersökning, i all synnerhet med tanke på den roll, som reaktionstalet anses spela för kvävet nitrifikation. Av gammalt hade man den uppfattningen, att den endast försiggick i nästan neutral jord. I tabb. 32—33 lämnas en mera översiktlig framställning av det insamlade observationsmaterialet. Liksom i föregående tabeller ha observationerna ordnats så att varje p_H -grupp börjar med det lägsta observerade värdet inom gruppen.

varefter observationerna följa efter varandra med stigande värden. I tabellen 32 ha observationerna beräknats såsom ammoniak- och nitratkoefficienter, d. v. s. ammoniak- och nitratkvävet efter provets lagring i 3 månader uttryckt i procent av provets totalkväve. Dessa koefficienttal ha den fördelen, att prov med olika kvävehalt väl kunna jämföras med varandra. Emellertid har jag av sparsamhetsskäl ej utfört bestämning av totalkvävet å samtliga undersökta prov, utan endast å en del. Dock utgöra de prov, i vilka halten totalkväve bestämts, huvudparten. Då det emellertid är av intresse att även undersöka ammoniak- och nitratbildningen, uttryckt i absoluta mått, i förhållande till reaktionstal etc., har även en sådan undersökning utförts. Resultatet återfinnes i tabell 33 och har fördelen, att stödja sig på ett något större observationsmaterial.

En granskning av tabb. 32 och 33 ger vid handen, att humusformer med samma p_H kunna ha mycket olika ammoniak- och nitratkoefficienter, liksom också att ammoniak- och nitratmängderna, beräknade per kg. humus, starkt växla. Något strängt samband finns sålunda icke mellan reaktionstalet å ena sidan, ammoniak- och nitratbildningen å den andra. Ej heller har reaktionstalet något avgörande inflytande på effekten av infektion med nitrificerande jord. Dessa uttalanden gälla det enskilda fallet, i stort sett finns emellertid ett tydligt samband mellan reaktionstalet å ena sidan, ammoniak- och nitratbildningen å den andra. Detta illustreras närmare av kurvorna i figg. 39—41, som äro grundade på tabellerna 32—33. I dessa äro jordproven ordnade i p_H -grupper om en halv enhet eller 3,5—3,9, 4,0—4,4, 4,5—4,9 etc. Vid en sådan gruppering utjämnas de mera tillfälliga variationerna och det i stort gällande sambandet kommer till sin rätt. De på så sätt konstruerade kurvorna visa en vacker och regelbunden gång.

Kurvorna i fig. 39 äro grundade på mobiliseringskoefficienterna, i figg. 40 och 41 på de absoluta mängderna ammoniak- och nitratkväve, beräknade som mg kväve per kg humus (bestämd som glödförlust). Kurvorna i fig. 40 äro i viss mån de viktigaste, då de grunda sig på hela mitt undersökningsmaterial, kurvorna i fig. 41 illustrera förhållandet inom ett visst begränsat undersökningsområde, nämligen Siljansfors försöks-park. I stort sett råder en vacker överensstämmelse mellan de olika kurvorna. Se vi först på de kurvor, som illustrera mobiliseringskoefficienterna, visar ammoniakbildningen i p_H -gruppen 3,5—3,9 ett värde av 3,03 och stiger sedan till 4,56 inom gruppen 4,5—4,9 för att sedan sjunka mot neutralpunkten, så att den i p_H -gruppen 6,0—6,4 endast har ett värde av 0,41 och i gruppen 6,5—6,5 av 0,76. I de senare grupperna föreligga emellertid endast ett fåtal observationer (se tab. 32).

En annan kurva företer nitrifikationskoefficienten. Den stiger från det låga värdet 0,17 inom gruppen p_H 3,5—3,9 till det högsta genomsnittsvärdet eller 2,24 inom grupp p_H 6,0—6,4 för att sedan sjunka till 1,75 inom gruppen p_H 6,5—6,9. En liknande gång visar den kurva, som illustrerar nitrifikationskoefficienten efter infektion med nitrificerande jord. Den

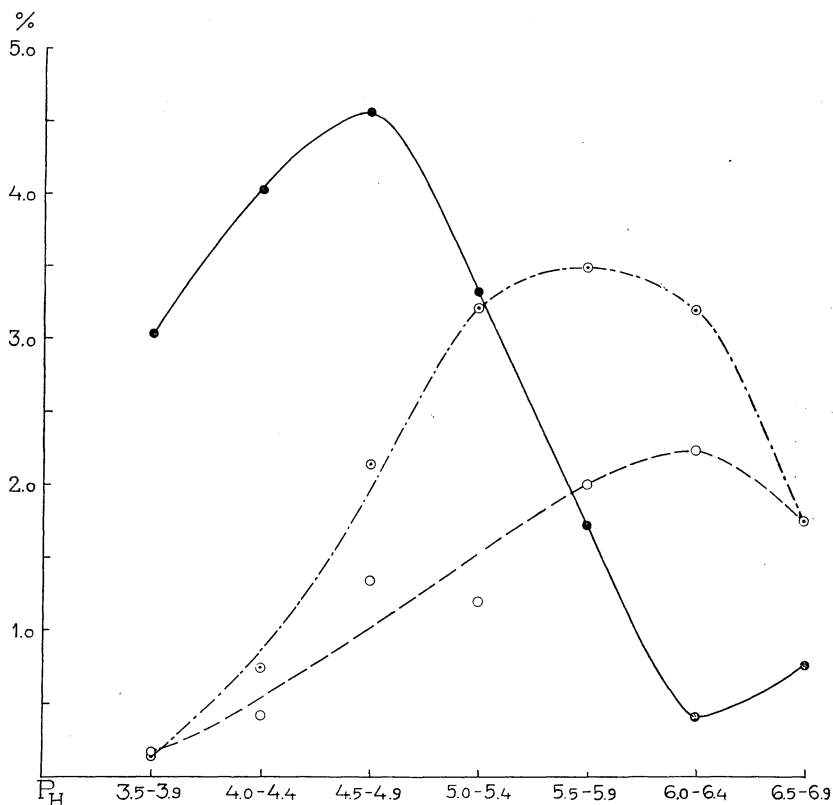


Fig. 39. Sambandet mellan reaktionstalet, p_H , och kvävet mobilisering i humustäcket.
 ● Am-N koefficienten. ○ S-N koefficienten. ⊙ S-N inf. koefficienten.
 (Se vidare tab. 32, sid. 312).

Beziehung zwischen Reaktionszahl, p_H , und Mobilisierung des Stickstoffs in der Humusdecke.

börjar med ett värde av 0,14 i gruppen 3,5—3,9, har sitt maximum med 3,48 inom gruppen 5,5—5,9 och sjunker sedan till värdet 1,75 inom gruppen 6,5—6,9 (se närmare tab. 32, sid. 312). Kurvorna i fig. 40 tala nästan för sig själva. Synnerligen vacker gång visar ammoniakkurvan, som är grundad på 308 observationer. Maximum ligger i p_H -gruppen 4,5—4,9 och minimum i gruppen 6,5—6,9. Nitrifikationskurvan, stödd på 127 observationer, stiger starkt från ett minimum i p_H -gruppen 3,5—3,9 till de högsta värdena i grupperna p_H 6,0—6,4 och 6,5—6,9. Liknande

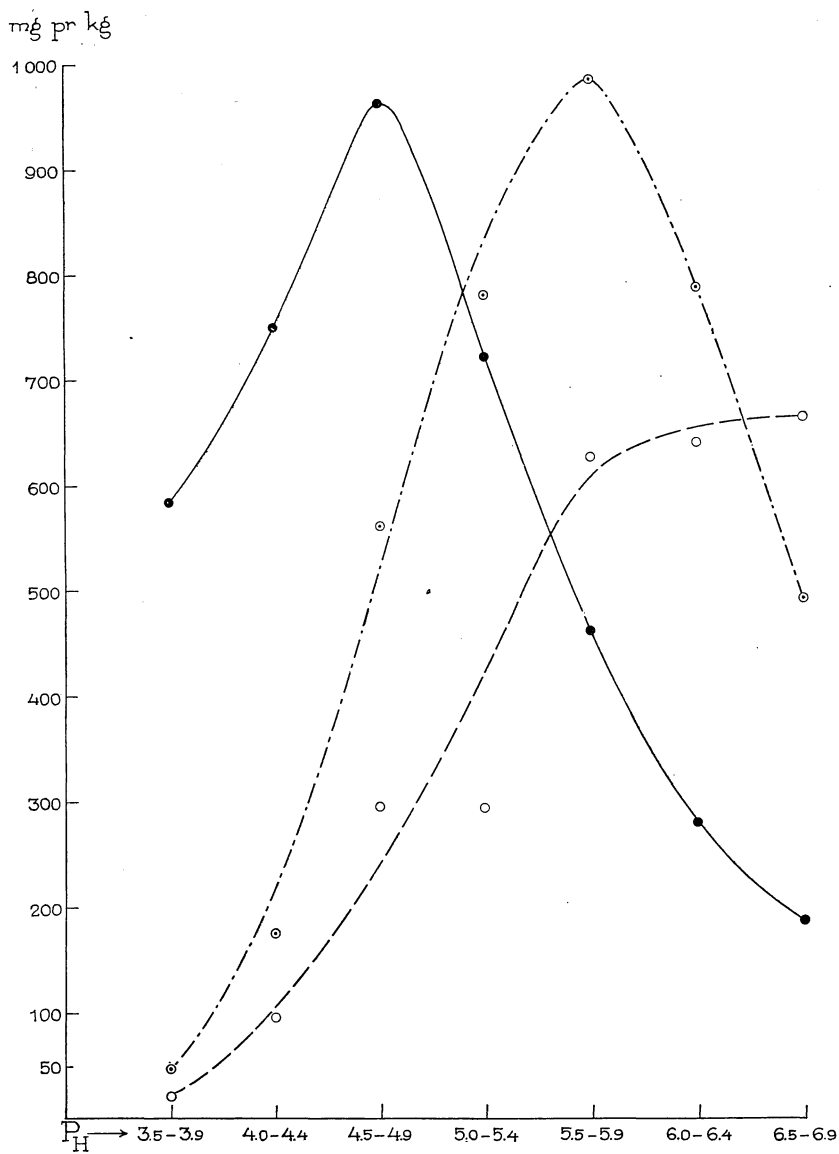


Fig. 40. Sambandet mellan reaktionstalet, p_H , och kvävet mobilisering i humustäcket.
 ● Am-N. ○ S-N. ⊙ S-N inf.

(Se vidare tab. 33, sid. 316).

Beziehung zwischen Reaktionszahl, p_H , und Mobilisierung des Stickstoffs in der Humusdecke.

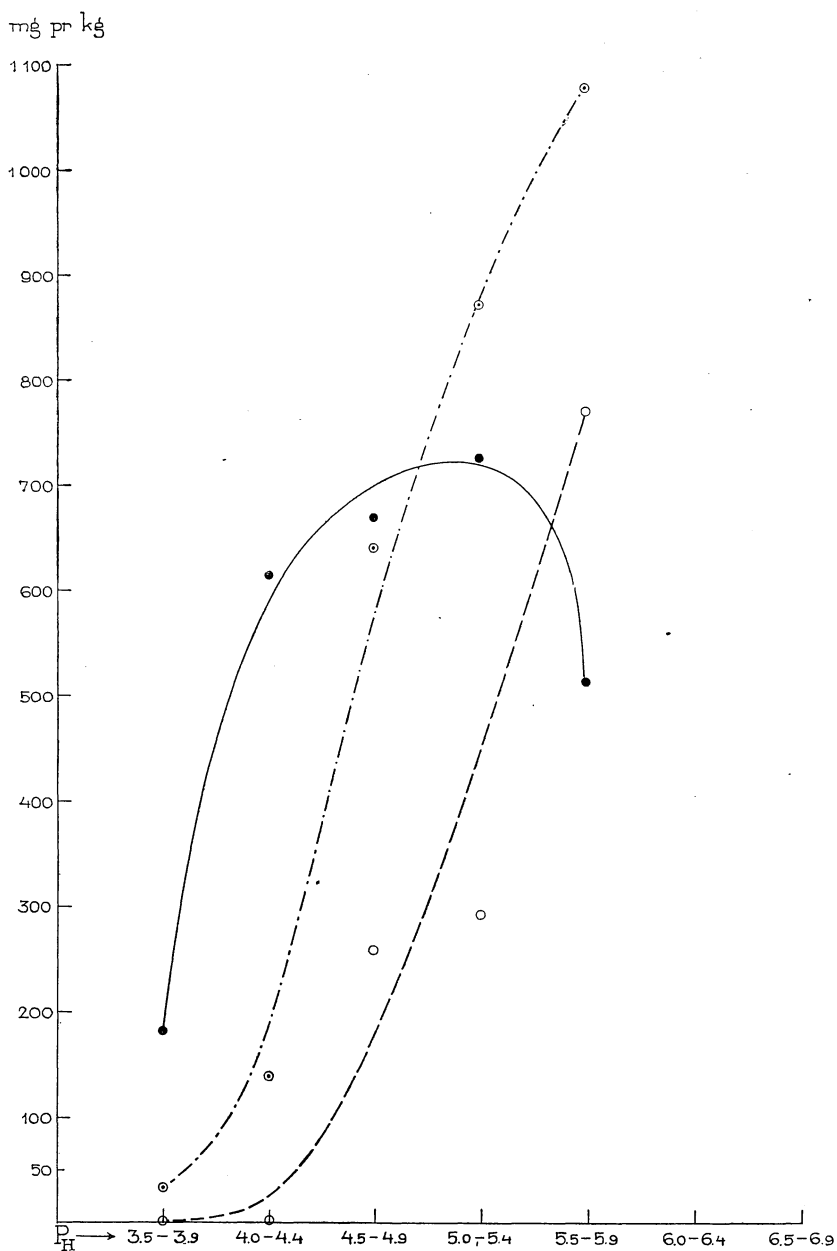


Fig. 41. Sambandet mellan reaktionstalet, pH , och kvävet mobilisering i humustäcket. Siljansfors försökspark.

● Am-N.

○ S-N.

○ S-N inf.

(Se vidare tab. 33, sid. 316).

Beziehung zwischen Reaktionszahl, pH , und Mobilisierung des Stickstoffs in der Humusdecke. Versuchsforst Siljansfors.

gång har nitrifikationen efter infektion. Den når dock sitt maximum i p_H -gruppen 5,5—5,9 för att sedan sjunka. Möjligen beror denna senare sjunkning på denitrifikation. Fig. 41, som illustrerar resultatet av undersökningarna inom Siljansfors försökspark, visar samma huvudresultat som fig. 40. Kurvorna omfatta dock ett mindre p_H -område, då mer neutrala jordar ej undersökts från Siljansfors.

Av den här lämnade översikten framgår sålunda, att reaktionstalet i stort sett har ett tydligt och påtagligt inflytande på kvävet mobilisering i humustäcket. Då emellertid i de enskilda fallen en stor variation förekommer, måste reaktionstalets betydelse vara olika under olika förhållanden. Som exempel kan anföras, hurusom man även i så sura jordar som med ett p_H av 3,9 kan finna så höga nitratkoefficienter som 2,18, i en jord med ett p_H av 4,0 en nitratkoefficient av 3,0, medan mer neutrala jordar kunna visa ganska låga nitratkoefficienter.

Den företagna undersökningen angående sambandet mellan reaktions-talet (p_H) och kvävet mobilisering i humustäcket kan sålunda sammanfattas på följande sätt: Indelas i ett större observationsmaterial jordproven i p_H -grupper om en halv enhet, sålunda 3,5—3,9, 4,0—4,5 etc., framträder ett mycket vackert samband mellan kvävet mobilisering och reaktionstalet i humustäcket med ett optimum av p_H 4,5—4,9 för ammoniakbildningen och av p_H 5,5—6,9 för nitratbildningen.

Inom en och samma p_H -grupp finnas emellertid stora variationer i kvävemobiliseringens art och intensitet.

Tab. 32. Kvävemobilisering och reaktionstal (p_H).
Mobiliseringskoefficienter.
Mobilisierung des Stickstoffs und Reaktionszahl.

p_H	3,5			3,6			3,7		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	2,46	0,02	0,20	0	—	—	0	—	—
				0,35	—	—	0	—	—
				1,12	—	—	0	—	—
				2,20	0,01	0,09	0,70	—	—
				2,75	—	—	0,77	—	—
				3,53	0,01	0,09	2,17	—	—
				4,82	—	—	2,17	0	0,05
				5,35	0,00	0,01	3,13	0	0
				5,36	0,02	0,01	5,37	0,01	0,01
				5,53	0	0	5,97	0,00	0,05
				5,95	0,01	0,01	6,48	0	0
Medeltal...	2,46	0,02	0,20	3,36	0,01	0,04	2,43	0,00	0,02

Tab. 32 (forts.).

PH	3,8			3,9			4,0		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	0,20	—	—	0	—	—	0	—	—
	0,56	0	0	0,22	—	—	0	—	—
	0,77	—	—	0,51	1,00	1,00	0	—	—
	0,94	0	0	0,96	0	0	0	—	—
	1,68	—	—	1,28	0	0	0	—	—
	2,32	—	—	1,43	—	—	0	0,02	0,03
	3,05	0	0	1,70	—	—	0,30	—	—
	3,24	—	—	2,11	—	—	0,41	3,00	1,50
	3,44	0	0	2,19	0	0	0,55	—	—
	5,98	—	—	2,60	—	—	1,00	—	0
	7,00	0,01	0,03	3,03	0,76	1,22	1,50	—	—
	9,24	0,02	0,04	3,35	2,18	0,08	1,58	—	—
				3,42	—	—	2,37	1,14	1,43
				4,08	—	—	2,58	—	0,49
				4,41	—	—	4,14	—	0,07
				4,89	—	—	4,65	—	0,10
				7,00	0	0	4,69	0,55	0,86
				7,46	0	0,02	4,79	0,02	0,15
				14,53	—	—	9,58	0,01	0,01
Medeltal...	3,20	0,00	0,01	3,10	0,49	0,38	2,01	0,79	0,46

PH	4,1			4,2			4,3		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	0,49	—	0,40	0	—	0	0	—	—
	1,26	0	0	1,26	1,47	1,27	0	0,02	0,20
	1,32	—	0	3,11	0,06	1,03	1,11	0,01	0,08
	2,54	0,01	0,05	3,18	—	0,75	1,25	0	0
	3,72	1,43	1,71	3,50	0,03	0,19	3,46	0,00	0,03
	3,74	2,55	2,95	3,68	0,01	0,13	4,56	0,01	0,30
	3,99	—	0,72	4,02	0,12	1,30	5,40	0	0
	4,54	—	0	4,30	0,10	0,44	5,97	0	0
	4,67	0,31	1,79	4,37	2,17	3,00	7,56	0	0
	5,12	—	—	5,58	0	0			
	7,63	—	—	19,40	0	1,60			
	8,10	—	0,26						
	19,66	0,03	0,06						
Medeltal...	5,14	0,72	0,72	4,76	0,44	0,88	3,26	0,01	0,08

Tab. 32 (forts.).

PH	4,4			4,5			4,6		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	0,07	—	—	0,28	3,23	2,26	2,39	1,87	3,50
	1,22	—	—	1,67	0	0,04	2,97	0,01	1,75
	1,33	2,75	2,71	2,20	1,14	1,43	3,46	4,67	4,45
	1,36	0	0	2,23	0,04	0,78	6,40	1,59	2,13
	2,40	1,78	1,78	2,29	—	—	9,07	—	1,00
	3,99	0,94	1,09	3,07	0,02	0,55	13,75	0	1,05
	4,51	0,06	0,32	3,79	0,01	1,49			
	4,55	0,02	0,59	4,36	—	0,78			
	4,58	0,03	2,67	5,84	0,03	2,48			
	4,84	0,01	0,70	10,30	0,03	0,51			
	5,39	4,67	4,75						
	5,77	0,01	0,22						
	7,45	0	0,80						
	11,00	0	0,04						
Medeltal...	4,18	0,86	1,31	3,60	0,56	1,15	6,34	1,63	2,31
PH	4,7			4,8			4,9		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	0	5,50	4,50	3,04	3,75	3,75	0	4,00	5,00
	3,02	0,02	0,94	4,77	2,50	2,33	8,40	0	1,69
	3,23	0,08	0,86	5,44	0,02	1,59	5,92	0,02	1,76
	3,66	5,25	5,00	10,90	0,04	1,68			
	3,75	0,05	4,22						
	4,10	2,40	3,00						
	6,41	0,01	1,14						
Medeltal...	3,45	1,90	2,81	6,04	1,58	2,34	4,77	1,34	2,82
PH	5,0			5,1			5,2		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	0,03	2,40		3,12	0,21	2,75	0	—	2,69
	4,36	0,04	4,52	3,34	0,01	0,74	0,37	—	1,52
	7,80						1,96	2,27	4,00
							4,35	0,02	1,40
							4,70	3,85	4,85
							7,20	—	7,20
							8,65	0,03	2,75
Medeltal...	4,06	1,22	4,52	3,23	0,11	1,74	3,89	1,54	3,49
PH	5,3			5,4			5,5		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	6,33	0,06	3,43	0	0,04	2,18			
				0	0,50	0,97			
				0,41	5,20	5,20			
				3,76	0,93	4,00			
Medeltal...	6,33	0,06	3,43	1,04	1,67	3,09			

Tab. 32 (forts.).

PH	5,6			5,7			5,8		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	2,02 2,32 4,28	0,28 4,00 1,88	4,00 4,25 7,00	0 0	— 0,94	0,75 1,40			
Medeltal...	2,87	2,05	5,08	0	0,94	1,08			
PH	5,9			6,0			6,1		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
				0	0,01	0,50	1,26	0,30	3,44
PH	6,2			6,3			6,4		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
							0 0	6,40 2,35	5,80 3,06
Medeltal...							0	4,38	4,43
PH	6,5			6,6			6,7		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	0	2,67	1,84	0	0,4	0,48	0	3,64	—
PH	6,8			6,9			7,0		
	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.	Am-N koeff.	S-N koeff.	S-N inf. koeff.
	0 3,80	3,14 0,10	2,29 3,77	0	0,58	0,38			
Medeltal...	3,80	1,62	3,03						
PH.....	3,5—3,9			4,0—4,4			4,5—4,9		
Am-N koeff.	3,03			4,02			4,56		
Antal observ.	(54)			(66)			(30)		
S-N koeff.	0,17			0,42			1,34		
Antal observ.	(24)			(49)			(27)		
S-N inf. koeff.	0,14			0,74			2,13		
Antal observ.	(26)			(52)			(29)		
	(15)								
PH.....	5,5—5,9			6,0—6,4			6,5—6,9		
Am-N koeff.	1,72			0,41			0,76		
Antal observ.	(5)			(4)			(5)		
S-N koeff.	2,00			2,24			1,75		
Antal observ.	(4)			(4)			(6)		
S-N inf. koeff.	3,48			3,20			1,75		
Antal observ.	(5)			(4)			(5)		

Tab. 33. Kvävet mobilisering och reaktionstalet, p_H .

Mg kväve per kg humus.

Mobilisierung des Stickstoffs und Reaktionszahl.

P_H	3,5—3,9			4,0—4,4		
	Am-N	S-N	S-N inf.	Am-N	S-N	S-N inf.
Siljansfors	181,75	1,25	33,25	614,07	1,58	139,00
Övriga lokaler.....	605,36	23,04	48,36	788,71	129,55	189,29
Medeltal.....	584,44	21,40	46,73	748,55	96,17	174,62
Antal observ.....	(81)	(53)	(37)	(122)	(92)	(96)
P_H	4,5—4,9			5,0—5,4		
	Am-N	S-N	S-N inf.	Am-N	S-N	S-N inf.
Siljansfors	668,21	257,47	639,74	724,00	292,08	869,77
Övriga lokaler.....	1,107,74	314,06	520,06	715,93	295,69	699,40
Medeltal.....	961,23	294,51	561,40	719,68	293,88	778,50
Antal observ.....	(57)	(55)	(55)	(28)	(26)	(28)
P_H	5,5—5,9			6,0—6,4		
	Am-N	S-N	S-N inf.	Am-N	S-N	S-N inf.
Siljansfors	512,33	768,33	1,074,33	—	—	—
Övriga lokaler.....	430,00	539,00	926,20	279,50	638,00	784,83
Medeltal.....	460,88	625,00	981,75	279,50	638,00	784,83
Antal observ.....	(8)	(8)	(8)	(6)	(6)	(6)
P_H	6,5—6,9					
	Am-N	S-N	S-N inf.			
Siljansfors	—	—	—			
Övriga lokaler.....	186,83	662,29	490,60			
Medeltal.....	186,83	662,29	490,60			
Antal observ.....	(6)	(7)	(5)			

2. Kvävet mobilisering i humustäcket och dess halt av assimilerbar kalk.

Då humusens halt av assimilerbar kalk utövar ett tydligt inflytande på reaktionstalet och detta i sin tur har betydelse för kvävet mobilisering, kunde man förmoda ett visst samband mellan kalkhalten och kväve-mobiliseringen. En bearbetning av det föreliggande materialet visar att en mycket stor variation råder även i detta avseende. Humustäcken med samma kalkhalt kunna förete en mycket olika intensitet i kväve-mobilisering. Även om man indelar materialet i större grupper, kan man ej finna något mer påtagligt samband, vilket även framgår av tab.

34. Nitratbildningen efter infektion gör dock i detta fall ett undantag. Den bildade salpetermängden under 3 månaders lagring stiger från ett minimum av 0,55 % i prov med en kalkhalt av 0,1—0,5 % till ett maximum av 5,20 % i prov med en kalkhalt av 2,1—2,5 för att sedan återigen sjunka. Jordprov med högre kalkhalt visa större variation, där finnas dock endast ett fåtal observationer.

Det föreliggande materialet visar sålunda ej något strängare samband mellan kvävet mobilisering och humusens halt av assimilerbar kalk, endast nitratbildningen efter infektion visar sig mera tydligt beroende av kalkhalten.

Tab. 34. Kvävemobilisering och halten av assimilerbar kalk i humusen.
Mobilisierung des Stickstoffs und Gehalt an CaO_{ass} des Bodens.

Kalkhalt	Medeltal	Kalkhalt	Medeltal
0,1 %—0,5 %	Am-N koeff. 3,62 S-N koeff. 0,38 S-N inf. koeff. 0,55	0,6 %—1,0 %	Am-N koeff. 3,93 S-N koeff. 0,85 S-N inf. koeff. 1,30
1,1 %—1,5 %	Am-N koeff. 4,32 S-N koeff. 1,33 S-N inf. koeff. 1,95	1,6 %—2,0 %	Am-N koeff. 5,27 S-N koeff. 1,04 S-N inf. koeff. 3,19
2,1 %—2,5 %	Am-N koeff. 0,92 S-N koeff. 4,03 S-N inf. koeff. 5,20	2,6 %—3,0 %	Am-N koeff. 2,28 S-N koeff. 0,67 S-N inf. koeff. 3,15
3,1 %—3,5 %	Am-N koeff. — S-N koeff. — S-N inf. koeff. —	3,6 %—4,0 %	Am-N koeff. 0,32 S-N koeff. 1,72 S-N inf. koeff. 2,53
4,1 %—4,5 %	Am-N koeff. 0,00 S-N koeff. 2,91 S-N inf. koeff. 2,06	4,6 %—5,0 %	Am-N koeff. — S-N koeff. — S-N inf. koeff. —
5,1 %—5,5 %	Am-N koeff. 1,43 S-N koeff. 0,96 S-N inf. koeff. 3,12	5,6 %—6,0 %	Am-N koeff. 0,00 S-N koeff. 0,40 S-N inf. koeff. 0,47
6,1 %—6,5 %	Am-N koeff. — S-N koeff. — S-N inf. koeff. —	6,6 %—7,0 %	Am-N koeff. — S-N koeff. — S-N inf. koeff. —
7,1 %—7,5 %	Am-N koeff. 0,00 S-N koeff. 0,58 S-N inf. koeff. 0,38	7,6 %—8,0 %	Am-N koeff. — S-N koeff. — S-N inf. koeff. —
8,1 %—8,5 %	Am-N koeff. — S-N koeff. — S-N inf. koeff. —	8,6 %—9,0 %	Am-N koeff. 0,00 S-N koeff. 0,01 S-N inf. koeff. 0,50

3. Jämförande undersökning över kvävet mobilisering i förmultnings- och humusämneskikten.

I tab. 35 å sid. 320 har jag sammanställt ett större antal humusprov, där förmultnings- och humusämneskikten kunnat skiljas från varandra. Då proven av de olika skikten samtidigt undersökts samt behandlats på ett

fullt likformigt sätt och omsättningen bestämts med hänsyn till deras totala kvävehalt, äro de väl jämförbara med varandra. Av tabellen framgår, att såväl ammoniak- som salpeterkoefficienterna i de allra flesta fall äro högre i förmultnings- än i humusämneskiktet. Det förra kan också mycket lättare bringas till nitrifikation genom infektion med salpeterbildande jord än det senare. Med några undantag har sålunda den livligaste kvävemobiliseringen (ammoniak- eller nitratbildningen) befunnits äga rum i själva förmultningsskiktet, medan den ofta är starkt reducerad i humusämneskiktet. Det senare är vanligen i regel surare än det förra, men denna skillnad kan knappast vara utslagsgivande, då olikheterna i kvävemobilisering äro vida större än som enligt tab. 32 kan motsvara de relativt små olikheterna i p_H .

I tabb. 36 och 37 finnes en annan framställning av kvävemobiliseringen i förmultnings- och humusämneskikten. Kvävemobiliseringen uttryckes här i mg kväve per kg humus, bestämd som glödförlust. Denna tabell visar i huvudsak alldeles samma resultat som den föregående, kvävemobiliseringen är livligare i förmultnings- än i humusämneskiktet.

Det är av ett betydande intresse att den livligaste kvävemobiliseringen äger rum i förmultningsskiktet, medan den färskas förnans kväve är svår-mobiliserat. Man skulle ej hava väntat sig detta, då förmultningsskiktet omedelbart bildas av förnan. Hur denna motsats skall förklaras, kan nog diskuteras. Sannolikt är väl, att förnan mycket snart genomgår sådana förändringar, som göra kvävet mobiliserbart. I första hand angripas väl en del kolföreningar, varigenom kvävehalten automatiskt stiger. Detta medför ett annat förhållande mellan kolet och kvävet, gynnande detta senare ämnes mobilisering (jmf sid. 299). Men man kunde också tänka sig, att det mobiliserbara kväve, som finnes i förmultningsskiktet, härstammar från i detsamma levande mikroorganismer och att det sålunda skulle kunna leda sitt ursprung från ur luften direkt assimilerat kväve. Endast genom direkt på denna fråga inriktade försök kan denna sak avgöras.

I ett föregående kapitel har jag diskuterat kvävehalten i förmultnings- och humusämneskikten och de olikheter, som i det fallet visa sig mellan mer mullartade och mer råhumusliknande humusformer. Jämförelsen gav vid handen, att i de mullartade humusens kvävehalt ofta är större i humusämneskiktet än i förmultningsskiktet, medan i råhumusformerna ett motsatt förhållande ofta äger rum (se vidare sid. 302—303). Liknande skiljaktigheter finnas i avseende på kvävet mobilisering.

Granskar man närmare den i tab. 35 lämnade översikten av kvävet mobiliseringskoefficienter i förmultnings- och humusämneskikten, finner man att i regel stora skillnader i detta hän-

seende finnas hos råhumusformerna, men mindre hos mullformerna. I det sega, svårartade råhumustäcke, som är karakteristiskt för de gamla, genomblådade och svårföryngrade granskogarna i Norrland, når ofta ammoniakkoefficienten i humusämneskiktet rent minimala belopp, medan den kan vara rätt avsevärd i förmultningsskiktet. Men även i andra mer växtliga skogar med ett mera gynnsamt humustäcke äro skillnaderna betydande, såsom t. ex. i bestånden i Jönåker och vid Ånge. Olikhetera gälla emellertid icke blott ammoniakkoefficienterna, utan också möjligheten till nitrifikation. En infektion med salpeterbildande jord i ett prov av förmultningsskiktet framkallar ofta en livlig nitrifikation, medan samma behandling av humusämneskiktet har ingen eller ringa effekt, se t. ex. bestånden vid Ånge och nr 2 från Jönåker. Under själva humusbildningsprocessen blir sålunda det i råhumustäcket kvarvarande kvävet hårdare bundet än förut, en fråga vilken jag längre fram ytterligare skall behandla. Även vid mullbildningen synes processen gå därhän, att kvävet i de mer omvandlade skikten är mera hårt bundet än i förmultningsskiktet, men här är skillnaden i avseende på mobiliseringskoefficienterna vida mindre än i råhumustäcket. Hos mullformerna förekommer även i humusämneskiktet nitrifikation eller föreligger möjlighet att genom infektion framkalla nitrifikation.

I den meddelade tabellen 35 finnas en del bestånd, som avvika däruti, att kvävet mobiliseringskoefficienter äro högre i humusämneskiktet än i förmultningsskiktet eller därigenom att skillnaderna äro jämförelsevis små, ehuru humustäcket är råhumusartat. Dessa bestånd äro antingen ganska unga eller också förekomma i dem barrträden starkt blandade med lövträd, såsom björk och asp. Inblandning av multna löv i förnan synes sålunda ha den effekten att i viss mån hindra mobiliseringskoefficientens sjunkande med fortskridande humusbildning.

En granskning av de i tab. 35 meddelade observationerna och analyserna visar att vid fortskridande humusbildning kvävet mobiliseringskoefficient sjunker. vare sig den gäller ammoniakbildningen, nitrifikationen eller möjligheten att genom infektion överföra kvävet i salpeter. Detta sjunkande av mobiliseringskoefficienten visar sig redan vid mullbildningen, men är vida mer utpräglat vid råhumusbildningen. Mobiliseringskoefficienten kan hos humusämneskiktet i ett utpräglat råhumustäcke sjunka till 0 eller något därutöver. Inblandning av lövträd i barrträdsbeståndet synes ha den effekten att hindra eller förlångsamma mobiliseringskoefficientens sjunkande vid

fortskridande humusbildning. Vid råhumusbildningen synes åldern utöva ett inflytande på mobiliseringskoefficienten. I utpräglad råhumus i gamla bestånd är mobiliseringskoefficienten ofta mycket låg såväl i förmultnings- som humusämneskikt.

Tabellen över kvävemobiliseringens storlek i förmultnings- och humusämneskikten ger i huvudsak samma resultat som undersökningen av koefficienterna. I skogar med mera råhumusartat humustäcke är kvävemobiliseringen i humusämneskiktet ofta ganska starkt nedsatt. I mer mullartad mark är även i humusämneskiktet kvävet väl mobiliserbart. Riska skogar med örter, *Dryopteris*-typen, intaga en mellanställning.

Tab. 35. Kvävets mobiliseringskoefficienter i förmultnings- och humusämneskikten.
Mobilisierung des Stickstoffs in den Vermoderungs- und Humusstoffschichten.

	F	H	Special- beskr. sid. o. n:r
Kulbäcksliden. Gammal granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	3,9	4,0	465: 2
» » » » Am-N koeff.....	1,43	0	
Kulbäcksliden. Gammal granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	3,8	3,8	465: 2
» » » » Am-N koeff.....	1,69	0,56	
Kulbäcksliden. Gammal granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	4,1	3,9	466: 3
» » » » Am-N koeff.....	4,54	1,28	
Kulbäcksliden. Gammal granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	3,9	4,1	466: 4
» » » » Am-N koeff.....	2,19	1,32	
Kulbäcksliden. Gammal granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	4,0	4,3	468: 5
» » » » Am-N koeff.....	1,50	1,25	
Kulbäcksliden. Gammal granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	4,5	4,4	468: 6
» » » » Am-N koeff.....	1,67	1,36	
Kulbäcksliden. Björkblandad granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	—	3,9	468: 7
» » » » Am-N koeff.	6,04	4,09	
Kulbäcksliden. Yngre asp-björk-granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	6,8	5,0	474: 14
» » » » Am-N koeff.	3,80	4,36	
» » » » S-N koeff.....	0,10	0,04	
» » » » S-N inf. koeff.	3,77	4,50	
Rokliden. Björkblandad medelålders granskog. <i>Geranium</i> -typ. p_H	—	5,1	485: 3
» » » » Am-N koeff..	5,38	3,12	
» » » » S-N koeff. ...	0,23	0,21	
» » » » S-N inf. koeff.	1,35	2,75	
Rokliden. Gammal granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	4,3	4,0	485: 1
» » » » Am-N koeff.....	7,56	1,26	
Rokliden. Gammal granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	4,1	3,6	485: 1
» » » » Am-N koeff.....	7,63	0,35	
Stensele. Lubbträsk. Gammal granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	3,7	3,9	493: 4
» » » » Am-N koeff.	0,77	0	
Stensele. Nordanås. Björkblandad granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	4,1	4,2	493: 5
» » » » Am-N koeff....	3,99	3,18	
» » » » S-N inf. koeff.	0,72	0,75	

	F	H	Special- beskr. sid. o. n:r
Ånge. Mossrik granskog. Rent mosstäcke. p_H	4,8	4,3	44 I
» » » » » Am-N koef.	5,44	1,11	
» » » » » S-N koef.	0,02	0,1	
» » » » » S-N inf. koef.	1,59	0,08	
Jönåker. Barrblandbestånd. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	4,4	4,1	397: 3
» » » » » Am-N koef.	11,02	7,47	
» » » » » S-N koef.	0	0	
» » » » » S-N inf. koef.	0,04	0,02	
Jönåker. Barrblandbestånd. Rent mosstäcke. p_H	4,2	3,8	397: 1
» » » » » Am-N koef.	19,36	6,48	
» » » » » S-N koef.	0	0	
» » » » » S-N inf. koef.	1,6	0	
Schwarzwald. Calmbach. <i>Abies</i> -bestånd. Rent mosstäcke. p_H	4,1	4,0	385: 3
» » » » » Am-N koef.	19,66	9,58	
» » » » » S-N koef.	0,03	0,01	
» » » » » S-N inf. koef.	0,06	0,01	
Schwarzwald. Calmbach. Granbestånd. Rent mosstäcke. p_H	3,8	3,6	383: 2
» » » » » Am-N koef.	9,24	5,36	
» » » » » S-N koef.	0,02	0,02	
» » » » » S-N inf. koef.	0,04	0,01	
Schwarzwald. Calmbach. Tall, gran, bok och <i>Abies</i> -bestånd. Utan levande markbetäckn. p_H	3,8	3,6	383: 1
» » » » » Am-N koef.	7,0	5,95	
» » » » » S-N koef.	0,01	0,01	
» » » » » S-N inf. koef.	0,03	0,01	
Schwarzwald. Langenbrand. <i>Abies</i> -bestånd. Rent mosstäcke. p_H	3,7	3,6	385: 4
» » » » » Am-N koef.	5,97	5,35	
» » » » » S-N koef.	0	0	
» » » » » S-N inf. koef.	0,05	0,01	
Schwarzwald. Calmbach. Ungbestånd av <i>Abies</i> och bok. Föryngringsyta. p_H	5,2	4,6	385: 10
» » » » » Am-N koef.	4,70	2,39	
» » » » » S-N koef.	3,85	1,87	
» » » » » S-N inf. koef.	4,85	3,50	
Voxna. Mossrik tallskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	3,9	3,7	408
» » » » » Am-N koef.	4,41	2,17	
Fagerheden. Mossrik tallskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	4,1	3,8	485: 4
» » » » » Am-N koef.	5,12	5,98	
Fagerheden. Ungtallsgrupp på hed. p_H	4,3	4,0	485: 3
» » » » » Am-N koef.	0	4,14	
Fagerheden. Ungtallsgrupp på hed. p_H	4,1	4,0	485: 3
» » » » » Am-N koef.	8,10	4,65	
Haverö. Kölsillre. Svedjebestånd. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	4,7	4,5	439: 3
» » » » » Am-N koef.	3,02	3,79	
» » » » » S-N koef.	0,02	0,01	
» » » » » S-N inf. koef.	0,94	1,49	
Haverö. Kölsillre. Granskog i sved. Rent mosstäcke. p_H	4,7	4,4	44 I: 5
» » » » » Am-N koef.	6,41	5,77	
» » » » » S-N koef.	0,01	0,01	
» » » » » S-N inf. koef.	1,14	0,22	

	F	H	Special- beskr. sid. o. n:r
Haverö. Kölsillre. Svedjebestånd i liden. <i>Dryopteris</i> -bestånd. p_H ...	4,8	4,9	441: 4
» » » » » Am-N koef.	10,88	5,92	
» » » » » S-N koef.	0,03	0,02	
» » » » » S-N inf. koef.	1,68	1,76	
Haverö. Kölsillre. Tallskog kring bäck. <i>Geranium</i> -typ. p_H	5,6	4,5	439: 2
» » » » » Am-N koef.	2,32	0,28	
» » » » » S-N koef.	4,00	3,23	
» » » » » S-N inf. koef.	4,25	2,26	
Haverö. Kölsillre. Tall-granskog i sved. <i>Dryopteris</i> -typ. p_H	4,4	4,4	438: 1
» » » » » Am-N koef.	4,55	4,84	
» » » » » S-N koef.	0,02	0,01	
» » » » » S-N inf. koef.	0,59	0,70	
Jämtland. Stavre. Tall-granskog. Rent mosställe. p_H	5,6	5,4	448: 1
» » » » » Am-N koef.	4,28	0	
» » » » » S-N koef.	1,88	0,05	
» » » » » S-N inf. koef.	7,00	2,18	
Bodsjöbyn. Svagt bränd föryngringsyta. p_H	6,4	5,4	446: 7
» » » » » Am-N koef.	—	0,41	
» » » » » S-N koef.	6,40	5,20	
» » » » » S-N inf. koef.	5,80	5,20	

Tab. 36. Kvävet mobilisering i förmultnings- och humusämneskikten.

Mobilisierung des Stickstoffs in den Vermoderungs- und Humusstoffschichten.

	F	H	Special- beskr. sid. o. n:r
• Arjeplog. Infjärden. Mossrik tall-granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	4,2	4,2	499: 2
» » » » » Am-N	675	109	
» » » » » S-N inf.	98	1	
Fiby urskog. Mossrik granskog. Rent mosställe. p_H	3,9	3,9	406
» » » » » Am-N	1,119	764	
» » » » » S-N	9	5	
» » » » » S-N inf.	727	36	
Jönåker. Mossrik tall-granskog. Rent mosställe. p_H	4,4	4,2	397: 1
» » » » » Am-N	1,938	618	
» » » » » S-N	spår	0	
» » » » » S-N inf.	68	19	
Kulbäcksliden. Gammal granskog. <i>Vaccinium</i> -typ. p_H	3,7	3,9	465: 2
» » » » » Am-N	590	468	
» » » » » S-N	0	0	
» » » » » S-N inf.	6	2	
Rokliden. Gammal granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. A . p_H	4,1	4,1	485: 1
» » » » » Am-N	441	49	
» » » » » B . p_H	4,1	3,8	
» » » » » Am-N	1,501	90	

Tab. 37. Kvävets mobilisering i förmultnings- och humusämneskikten.

Siljansfors försökspark.

Mobilisierung des Stickstoffs in den Vermoderungs- und Humusstoffschichten.

					F	H	Special- beskr. sid. o. n:r
Mossrik gran-tallskog.	<i>Vaccinium</i> -typ.	p _H	4,0	3,9	419: 3
»	»	Am-N	.....	232	194	
»	»	S-N	.....	1	2	
»	»	S-N inf.	.....	74	26	
Mossrik tall-granskog.	Rent mosstäcke.	p _H	4,4	4,2	419: 11
»	»	Am-N	.....	657	263	
»	»	S-N	.....	2	1	
»	»	S-N inf.	.....	217	49	
Mossrik gran-tallskog.	Rent mosstäcke.	p _H	4,3	4,1	419: 7
»	»	Am-N	.....	265	154	
»	»	S-N	.....	5	1	
»	»	S-N inf.	.....	95	14	
Mossrik tall-granskog.	Rent mosstäcke.	p _H	4,0	3,9	419: 6
»	»	Am-N	.....	1,057	19	
»	»	S-N	.....	1	1	
»	»	S-N inf.	.....	26	23	
Mossrik granskog.	Rent mosstäcke.	p _H	4,4	4,4	419: 8
»	»	Am-N	.....	1,227	460	
»	»	S-N	.....	0	0	
»	»	S-N inf.	.....	143	73	
Mossrik tall-granskog.	<i>Dryopteris</i> -typ.	p _H	4,2	4,2	422: 3
»	»	Am-N	.....	262	669	
»	»	S-N	.....	1	1	
»	»	S-N inf.	.....	15	50	
Mossrik tall-granskog.	<i>Dryopteris</i> -typ.	p _H	4,4	4,4	422: 5
»	»	Am-N	.....	689	428	
»	»	S-N	.....	1	3	
»	»	S-N inf.	.....	453	908	
Mossrik tall-granskog.	<i>Dryopteris</i> -typ.	p _H	4,6	4,2	422: 6
»	»	Am-N	.....	2,836	967	
»	»	S-N	.....	269	5	
»	»	S-N inf.	.....	1,396	190	
Mossrik tall-granskog.	<i>Dryopteris</i> -typ.	p _H	4,3	4,2	422: 8
»	»	Am-N	.....	2,120	1,285	
»	»	S-N inf.	.....	415	205	
Mossrik granskog.	<i>Anemone hepatica</i> -typ.	p _H	5,0	4,8	427: 2
»	»	Am-N	.....	1,953	479	
»	»	S-N	.....	19	1	
»	»	S-N inf.	.....	798	260	
Mossrik granskog.	<i>Anemone hepatica</i> -typ.	p _H	4,9	4,9	427: 4
»	»	Am-N	.....	870	467	
»	»	S-N	.....	477	267	
»	»	S-N inf	.....	1,237	845	
Mossrik granskog.	<i>Anemone hepatica</i> -typ.	p _H	4,6	4,8	427: 5
»	»	Am-N	.....	1,204	631	
»	»	S-N	.....	1	1	
»	»	S-N inf.	.....	1,081	663	

	F	H	Special- beskr. sid. o. n:r
Mossrik granskog. <i>Anemone hepatica</i> -typ. p_H	5,4	5,4	427: 11
» » » » Am-N	545	160	
» » » » S-N	33	614	
» » » » S-N inf.	603	552	
Mossrik granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. Höga ormbunkar. p_H	4,6	4,8	426: 1
» » » » » Am-N ...	931	27	
» » » » » S-N	37	115	
» » » » » S-N inf.	372	245	
Mossrik granskog. <i>Dryopteris</i> -typ. Höga ormbunkar. p_H	4,6	4,7	426: 3
» » » » » Am-N ...	1,086	42	
» » » » » S-N	111	360	
» » » » » S-N inf.	517	317	
Gransumpskog med örter. p_H	4,9	5,0	433
» » » Am-N	41	150	
» » » S-N	152	71	
» » » S N inf.	590	161	
Gransumpskog med örter. p_H	5,5	5,3	433
» » » Am-N	1,284	795	
» » » S-N	180	152	
» » » S-N inf.	1,611	1,171	

F = Vermoderungsschicht, H = Humusstoffschicht. Gammal = alt, granskog = Fichtenwald, björkblandad = mit Birken eingemischt, asp = Espe, medelålders = mittelalterig, mossrik = moosreich, rent mosstäcke = reine Moosdecke, barrblandbestånd = Mischwald von Nadelbäumen, bestånd = Bestand, gran = Fichte, tall = Kiefer, bok = Buche, ungbestånd = Jungbestand, tallskog = Kiefernwald, ungtallsgrupp = Gruppe von jungen Kiefern, hed = Heide, Svedjebestånd = Bestand auf abgebranntem Boden, sved = abgebrannter Boden, lid = sanfter Abhang, bäck = Bach, svagt bränd = schwach abgebrannt, föryngringsyta = Verjüngungsfläche, höga ormbunkar = hohe Farne, gransumpskog = Fichtensumpfwald, örter = Kräuter.

4. Kvävemobiliseringen i olika skogstyper.

Som den föregående framställningen visat, framgår påtagligt, när man överblickar och sammanställer ett någorlunda stort observationsmaterial, reaktionstalets betydelse för kvävet mobilisering såväl med hänsyn till dess intensitet som i avseende på arten av de assimilerbara kväveföreningarna. Variationen inom varje p_H -grupp är emellertid betydande. Reaktions-talet har under olika förhållanden en olika betydelse och även andra faktorer spela en roll vid kvävemobiliseringen. Ett exempel härpå lämnar den högst olika kvävemobiliseringen i förmultnings- och humus-ämneskikten, vilken ej kan förklaras av olika reaktionstal. Då frågan är av största betydelse för hela kvävemobiliseringsproblemet och därmed också för en rationell skogsskötsel, skall jag söka att närmare skärskåda problemet. För att få en ryggrad i diskussionen, har jag låtit sammanställa mitt observationsmaterial med hänsyn till skogstypen (se tab 38, sid. 332). Skogstypen utgör ett mer eller mindre adekvat uttryck för de faktorer,

som påverka vegetationen. Då kvävemobiliseringen är en biologisk process kunde man vänta att en analys av växtsamhällena i detta avseende skulle lämna en närmare inblick i övriga på kvävemobiliseringen inverkan faktorer. I det följande har jag därför låtit sammanställa mina analyser efter skogstypens beskaffenhet.

Tallheden, de mossrika tallskogarna, granskogarna och barrblandskogarna av *Vaccinium*-typ skilja sig föga från varandra i avseende på reaktionstalet. Kvävet mobiliseras i form av ammoniak, nitrifikation förekommer ej och ympning med salpeterbildande jord har i regel ingen eller svag effekt. Vanligen är nitrifikationen i den infekterade jorden så svag, att den ej ens motsvarar ympjordens egen salpeterbildande förmåga. Denna blir vanligen genom inblandningen starkt nedsatt och ofta nedtryckt till ett minimum, ehuru intressanta undantag finnas.

Ammoniakkbildningen i den rena tallheden är svag på mera torr mark, framförallt på de öppna svårföryngrade partierna. I humustäcket under de spridda, äldre tallarna med ungtallsgrupper är den vida livligare, liksom i de mer slutna bestånden. Markens vattenhållande förmåga inverkar synbarligt. I humustäcken på mer vattenhållande mark är ammoniakkbildningen livligare än på den mera torra; exempel härpå lämna en del bestånd å älvsand söder om Vindelns järnvägsstation, sid. 460. Björkens inverkan på ammoniakkbildningen är i det föreliggande materialet mera oviss. I björkblandade tallhedar, uppkomna efter brand, har humustäcket ej visat någon mer livlig ammoniakkbildning, snarare är motsatsen fallet. Inverkan av en salpeterbildande ymp- eller infektiionsjord är obetydlig, stundom skönjbar i humustäcket under enstaka tallgrupper å öppna hedar. Bearbetning med hacka höjer infektiionsmottagligheten hos humustäcket på öppna, svårföryngrade partier. I och under multnande ris är ammoniakkbildningen ofta livlig och kan nå betydande belopp. På Bärenthoren har å risgödslad mark iakttagits en livlig salpeterbildning. Infektion med salpeterbildande jord är ofta verksam i det multnande riset.

I humustäcket hos den mossrika tallskogen av *Vaccinium*-typ är ammoniakkbildningen genomsnittligt betydligt livligare än i tallheden, ammoniakkoefficienterna äro betydligt högre. Även i denna typ spelar vattentillgången i marken eller humustäcket en roll. I de torrare partierna i gallringsytan vid Voxna är ammoniakkbildningen ofta svag, men i fuktigare partier ganska betydande. I skogsavdelningens provyta vid Dybromon nära Glindran inom Jönåkers häradsallmänning når ammoniakkbildningen mycket höga belopp, med koefficienter upp till över 10 %. I björkblandad mossrik tallskog, uppkommen efter brand, har ammoniakkbildningen visat sig vara mycket livlig med en ammoniakkoefficient av

närmare 9 %. Nitrifikation hör till undantagen inom denna skogstyp, likaså möjligheten att genom infektion framkalla en salpeterbildning. Den mossrika tallskogen vid Bräcke kyrka, som har en för skogstypen normal markbetäckning (se sid. 446), utgör härifrån ett undantag. En svag nitrifikation äger rum i humustäcket och en infektion har en högst märkbar effekt. Humustäcket har emellertid ett från typen avvikande reaktionstal, nämligen $p_H = 4,7$, och en ovanlig kalkhalt av 1,36 %.

Den mossrika granskogen av *Vaccinium*-typ utmärkes ofta i Norrland i äldre stadier av ett tjockt och segt råhumustäcke. Reaktionstalet, p_H , rör sig mellan 3,6—4,1. Kvävemobiliseringen är svag, stundom ingen, framförallt i humusämneskiktet. Även i andra bestånd med mera normalt humustäcke synes kvävemobiliseringen ej vara särdeles livlig. Den högsta iakttagna ammoniakkoeficienten är 4,54. Råhumustäcket i granurskogen på Kubani visade sig avvika genom nitrifikation eller, visserligen mycket svag, mottaglighet för infektion. Mottagligt för infektion var även förmultningsskiktet i barrblandskog vid Intjärden vid Hornavan, uppkommet efter brand (se fig. 77). Den björkblandade, mossrika yngre granskogen utmärker sig ofta för livlig ammoniakbildning, stundom någon, men i regel svag nitrifikation och stor mottaglighet för infektion.

Som gemensamma drag i kvävet mobilisering hos de nu skildrade skogstyperna kan framhållas saknad av nitrifikation, liten eller ingen mottaglighet för infektion. Endast ett mer avvikande, kalkrikare humustäcke visar ett undantag. Inblandning av björk har benägenhet att minska markens surhetsgrad och i de yngre, mossrika typerna höja ammoniakbildningen samt mottagligheten för infektion.

I de slutna granskogarna eller barrblandskogarna med rent mosstäcke är reaktionstalet ofta, men ej alltid högre än i föregående typer. Kvävemobiliseringen är vida livligare, ammoniakkoeficienterna kunna nå högst betydande belopp, nämligen ända till c:a 19 % i förmultningsskiktet och 6,5 % i humusämneskiktet. På kalkhaltig mark, såsom i östra Jämtland i Stavre socken, är humustäcket mullartat med en livlig nitrifikation i förmultningsskiktet. Mottagligheten för infektion är stor, framförallt i förmultningsskiktet. Egenskapen är ej enbart ett utslag av de höga reaktionstalen. Den finnes även hos humustäcken med så lågt reaktionstal som p_H 3,9. De granskogar av denna typ, som undersöktes i Schwarzwald, avvika från flertalet svenska undersökta typer genom ringa mottaglighet för infektion. Detsamma gäller de rena silvergranskogarna.

De undersökta granskogarna utan levande markbetäckning men med ett bottenstäcke av multnande barr och ris (jmf sid. 221) ha reaktionstal från 4,1 till 4,6 och utmärka sig för en livlig kvävemobilisering. I de undersökta bestånden i Dalby kronopark finns en tydlig, i många fall

livlig nitrifikation. Mottaglighet för infektion är ett genomgående drag för samtliga såväl syd- som nordsvenska bestånd av denna typ.

Granskogar och barrblandskogar av *Dryopteris*-typ ha högre reaktionstal än *Vaccinium*-typen. Kvävemobiliseringen är livligare, framförallt i förmultningsskiktet. I humusämnesskiktet i gamla, 200—300-åriga bestånd är dock mobiliseringen svag, liksom stundom även i förmultningsskiktet. Ammoniakkoefficienterna variera i övriga bestånd från 3,5 till 7,6. I regel finns i *Dryopteris*-typen icke någon nitrifikation, undantag göra dock exempelvis några bestånd inom Siljansfors försökspark, framförallt i den s. k. blädningstrakten. Mottagligheten för infektion är ofta mycket stor, men ej genomgående. Inblandning av björk eller andra lövträd har framförallt i yngre bestånd en påfallande effekt. Kvävemobiliseringen blir livligare, ammoniakkoefficienterna kunna gå upp till över 10 %, en vanligen svag men stundom livlig nitrifikation finnes i humustäcket, mottagligheten för infektion är påfallande.

Mossrika barrskogar av *Anemone hepatica*-typ representeras i det föreliggande materialet dels av bestånd i Siljansfors försökspark, dels av sådana i östra Jämtland. De senare äga en mera neutral och kalkrik humus än de förra. Reaktionstalen växla hos de jämtländska från 5,7 till 6,9; humustäcket kan således vara i det närmaste neutralt, i ett fall är dock surhetsgraden så stor, att p_H har värdet 4,6. Bestånden i Siljansfors ha en kalkfattigare humus med reaktionstal från 4,6 till 5,4. Kvävemobiliseringen är alltid livlig. Vanligen förekommer såväl ammoniak- som salpeterbildning samtidigt. Hos de mest neutrala humusformerna i ren barrskog — p_H 6,4—6,9 — förekommer endast nitrifikation, liksom i något surare — p_H 5,7 — i björkblandade bestånd. Humusprov från denna skogstyp visa genomgående mottaglighet för infektion, i ett fall är dock nitrifikationen i det infekterade svagare än i det oinfekterade, möjligen beroende på denitrifikation.

Mossrika barrskogar av *Geranium*-typ förete stor variation såväl i sammansättning som i humustäckets egenskaper. Kvävemobiliseringen är i regel stor, men ammoniakbildning överväger. Nitrifikationen är i regel svag, men kan i humustäcken med ett p_H omkring 5,0 eller därutöver vara betydande.

Gransumpskogar med rik örtvegetation, företrädda av några bestånd i Siljansfors försökspark, visa i det mullaktiga torvlagret en mycket livlig kvävemobilisering i form av såväl ammoniak som salpeter.

Lunddäldernas humus är rikligt nitratsbyggnad, i observationsmaterialet föreliggande värden upp till i det närmaste 1,800 mg nitratkväve per kg jord. Detta är maximum, som av mig iakttagits i slutna bestånd.

Barrskogar utan ris och mossor men med örter i markbetäckningen

äro i vårt land mindre vanliga. I min undersökningsserie förefinnas sådana endast från mellersta Europa, Schwarzwald och Böhmerwald. Det är granskogar eller silvergranskogar med eller utan bokinblandning, ibland med inblandning av lärk. Humustäcket är i dessa bestånd utpräglat mullartat, men reaktionen är sur, p_H 3,9—4,8, sålunda värden, som även kunna förekomma i ett råhumustäcke. Kvävemobiliseringen är emellertid livlig, det bildas såväl ammoniak som salpeter till högst avsevärda belopp.

Komma vi så slutligen i denna översikt till föryngringsytorna. Som jag förut framhållit, inträder i dessas humustäcke vanligen en förskjutning av reaktionstalet i alkalisk riktning i jämförelse med reaktionstalet under det slutna beståndet. Mängden av basiska buffertämnen synes också ökas. I samband med dessa företeelser står också säkerligen den livliga kvävemobiliseringen. Såväl ammoniak- som salpeterbildningen kunna nå högst avsevärda belopp. Märkligt är att salpeterbildning och även en livlig sådan förekommer vid reaktionstal, som i de slutna bestånden mera sällan tillåta nitrifikation. En utpräglad mottaglighet för infektion är ett mycket framträdande drag hos så gott som samtliga undersökta prov. Förändringarna i humustäcket på föryngringsytan bero emellertid även av ytans storlek. I bättre skogstyper och under mer gynnsamma klimatiska betingelser inträda dessa förändringar lättare, sålunda på mindre ytor. I skogstyper, där kvävet är mera hårt bundet eller under mer ogynnsamma klimatbetingelser, fordras större föryngringsytor för att en hastigare kvävemobilisering skall inträda.

Med stöd av den lämnade framställningen av kvävemobiliseringen i olika skogstyper skall jag söka diskutera de faktorer, som förutom reaktionstalet inverka på denna process. Jag vill då börja med temperaturen. Samtliga kvävemobiliseringsstudier ha på laboratoriet utförts vid vanlig rumstemperatur. I det fallet förefinnes därför ingen anledning till olikheter. Temperaturförhållandena i den trakt, där humustäcket insamlats, spela däremot en viktig roll. Det är ett påfallande drag i mitt observationsmaterial, att jordprov från mer sydliga trakter, alltså med en gynnsammare sommartemperatur, ha en mer livlig kvävemobilisering. Utpräglat sura jordprov från Bärenthoren visa en livlig mobilisering och såväl där som i Böhmerwald och Schwarzwald kan livlig nitrifikation förekomma vid p_H -värden, som i norra Sverige utmärka råhumustäcken med svag omsättning eller endast ammoniakbildning. Den högre sommartemperaturen gynnar uppkomsten av ett rikt bakterie- och svampliv i marken. På samma sätt visar humustäcket i sydsvenska skogsbestånd en livligare kvävemobilisering än i nordsvenska, även om reaktionstalet är detsamma.

En annan faktor, som gynnar kvävet mobilisering, är god tillgång på fuktighet. Betydelsen härav framgår kanske bäst vid en jämförelse mellan olika tallhedar och av den ofta stora skillnaden mellan tallhedar och mossrika tallskogar. Mest befrämjas dock nitrifikationen av friskt, rinnande vatten, som håller marken fuktig utan att syrebrist kan inträda. De högsta salpetervärdena ha sålunda iakttagits i lunddälderna i Siljansfors försökspark och märkligt höga salpetervärden i de örtrika gransumpskogarna i samma försökspark. Det rinnande vattnet medför vanligen rätt höga reaktionstal, sålunda rätt svagt sur reaktion. Jämföras humustäcken, påverkade av genomsippande vatten, med humustäcken, utbildade på mera torr mark, men med samma eller närstående reaktionstal, finnes dock alltid en skillnad till förmån för marken med genomrinnande vatten.

Beståndets artsammansättning, slutenhet och övriga egenskaper utöva ett inflytande på kvävemobiliseringen. Lövträdsinblandning i barrskogen förskjuter gärna reaktionstalet i alkalisk riktning, varmed i regel följer en livligare kvävemobilisering. Men även utan reaktionstalets förskjutning kan kvävemobiliseringen och nitrifikationen främjas genom lövträdsinblandningen. I yngre bestånd är kvävemobiliseringen större än i äldre, liksom mottagligheten för infektion. Exempel härpå finner man flestades i det föreliggande observationsmaterialet. Märkelig är den roll, som beståndsslutenheten spelar. I väl slutna bestånd med rent moss-täcke är ammoniakbildningen i regel livlig. Mottagligheten för infektion är mycket stor i förmultningsskiktet, även om reaktionstalet är lågt. Detsamma gäller även bestånd med ett bottensikt av döda växtrester. Humustäcket i dylika bestånd utmärker sig för livlig ammoniakbildning, nitrifikation eller mottaglighet för infektion även vid låga reaktionstal.

Beståndssammansättningens inflytande på kvävemobiliseringen tyder på att själva förnamaterialets beskaffenhet utövar ett inflytande. Bäst framgår kanske detta av den ofta förekommande livliga nitrifikationen i multnande friskt tall- och granris. Betydande salpetervärden ha här erhållits vid så låga reaktionsvärden som 3,9, mottagligheten för infektion är betydande.

Slutligen är att anmärka att ett ökat ljustillträde ökar kvävemobiliseringen, reaktionstalet förskjutes även åt det alkaliska hållet. Inverkan av det ökade ljustillträdet beror dock av humustäckets beskaffenhet och av klimatet.

Den erfarenhet, som av det föreliggande materialet kan hämtas angående kvävemobiliseringen i olika skogstyper, innesluter ännu en del osäkra moment. Detta är ju icke så mycket att förvåna sig över, då man här rör sig på ett område, där faktorerna på olika sätt kunna gripa in i eller ersätta varandra. Om någonsin torde man här vara berättigad att tala om samspelet mellan olika faktorer. Följande torde emellertid vara förtjänt att särskilt framhållas.

Oberoende av reaktionstalet gynnas kvävemobiliseringen och humuskvävets nitrifikation av:

a. Gynnsam sommartemperatur. I mellersta Europa och även i södra Sveriges barrskogar förekommer nitrifikation vid p_H -värden, som i norra Sverige träffas i råhumus med ringa kvävemobilisering. Även ammoniakbildningen gynnas av samma faktor.

b. God tillgång på fuktighet i marken. Genomsipprande, luftsyrehaltigt vatten gynnar i hög grad nitrifikationen. Ammoniakbildningen gynnas likaledes av god tillgång på fuktighet i marken.

c. Det organiska materialets beskaffenhet. Multnande löv öka kvävemobiliseringen och gynna nitrifikationen även utan reaktionstalets förskjutning. Detsamma gäller, men i ännu högre grad, multnande färskt tall- och granris.

d. Beståndets slutenhet. I väl slutna bestånd med rent mosstäckelse eller utan levande markbetäckning är kvävemobiliseringen ofta påfallande stor. Nitrifikation förekommer ofta vid starkt sur reaktion och mottagligheten för infektion med salpeterbildande jord är påfallande stor.

e. Låg beståndsålder. I yngre bestånd är vanligen kvävemobiliseringen livligare än i äldre liksom också mottagligheten för infektion med salpeterbildande jord är större.

Förändringar i beståndssammansättning: inblandning av lövträd i barrskog, som förskjuter reaktionstalet i alkalisk riktning, ökar kvävemobiliseringen, underlättar nitrifikationen och förhöjer effekten vid infektion med salpeterbildande jord.

Vid föryngringsytors upptagande uppstår ofta en livlig kvävemobilisering samtidigt som reaktionstalet förskjutes i alkalisk riktning. Nitrifikation är vanlig vid sådana p_H -värden, som i bestånd vanligen utmärkas av ammoniakbildning och felande nitrifikation. Förändringarna på föryngringsytan bero dock av humustäckets art och av klimatet.

Jämföras med varandra skogstyper inom en och samma trakt eller under likartade klimatiska betingelser visar sig i det stora hela kvävemobiliseringen stiga med stigande p_H . Vid ett p_H omkring 5,0 är i den nordiska barrskogen salpeterbildning vanlig, vid ännu högre värden allennarådande.

Angående kvävet mobilisering bör dock en sak ytterligare framhållas. Alldeles oavsett kvävet olika kemiska bindning i ammoniak och i salpeter — i den förra föreningen ingående i kationen, i den senare i

anionen — kunna de bestämda ammoniak- och salpetermängderna säkerligen ej utan vidare jämnställas med varandra. Ammoniakkvävet är bestämt genom jordens behandling med en 0,1 n saltsyra, salpetern genom extraktion med vatten. Det är ytterst sannolikt att ammoniakkvävet, såsom det här bestämts och i allmänhet bestämmes, ej är lika lättillgängligt för växterna som salpeterkvävet. Det är mycket som talar härför. Den livligaste ammoniakbildningen försiggår vid ett p_H värde av 4,5—4,9 och de inom dess p_H -område såsom ammoniak frigjorda kvävemängderna överträffa de kvävemängder, som vid högre reaktionstal frigöras som salpeter. Då kvävet spelar en mycket viktig roll för vegetationen skulle man väntat sig att inom p_H -området 4,5—4,9 finna den frodigaste vegetationen och den högsta produktionen. Så är emellertid ingalunda fallet. Både vad markbetäckningens frodighet och skogens produktion beträffar, stiger den i stort sett med stigande p_H . Men härmed ökas högst väsentligt möjligheterna för kvävet överförande i salpeter. Av allt att döma är salpeterkvävet en även i skogsmarken gynnsammare kvävekälla än ammoniak. Salpetern synas vara kvävet lämpligaste och gynnsammaste mobiliseringsform. Härför talar också den stora skillnad som finnes mellan vegetationen å lika starkt sura jordar med och utan nitrifikation av kvävet. Det synes mig därför vara berättigat att säga att de faktorer, som gagna salpeterbildningen gynna kvävemobiliseringen även om de ej skulle förorsaka frigörelse av större kvävemängder än när kvävet endast överföres i ammoniak. Härtill kommer en omständighet, som första gången framhölls av STAHL och som utvecklats av MELIN (1925) vid hans undersökningar över mykorrhizas fysiologiska betydelse. I råhumusjordarna ha trädrötterna att utstå en kraftig konkurrens med en mycket rik svampflora om det tillgängliga kvävet. Mykorrhizasvamparnas betydelse för barrträden torde just ligga däri att de trots denna hårda konkurrens kunna täcka sitt kvävebehov. Experiment med sandjordar eller i vattenlösningar angående salpeters och ammoniakens värde såsom kvävekälla kunna därför ej utan vidare tillämpas på bevuxna jordar i naturen, såsom P. E. MÜLLER (1924, sid. 176) framhållit gent emot CARSTEN OLSEN.

För att emellertid ytterligare belysa kvävemobiliseringsproblemet har jag dels sökt undersöka orsaken till kvävet bundenhet i olika råhumusformer, dels ock gallringarnas inflytande.

Tab. 38. Kvävets mobili-
Mobilisering des Stickstoffs in verschiedenen Waldtypen. Die sich

	Special- beskriv- ning sid. o. nr	PH			CaO			N tot.		
		F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
Tallhed.										
Kiefernheide.										
Lappland, Arvidsjaur	493: 1	—	—	4,0	—	—	0,52	—	—	—
» Malmesjaur	494: 4	—	—	4,0	—	—	0,98	—	—	—
Norrbottn, Norra Piteå revir, Fagerheden	485	—	—	4,4	—	—	0,62	—	—	—
		—	—	4,0	—	—	0,56	—	—	1,4
		—	—	4,0	—	—	0,39	—	—	1,5
		—	—	4,0	—	—	0,40	—	—	1,4
		—	—	4,1	—	—	0,73	—	—	1,5
		4,3	4,0	—	0,96	0,63	—	2,2	1,5	—
		4,1	4,0	—	0,74	0,14	—	1,5	1,6	—
Västerbotten, Degerfors kyrkby	460	—	—	4,0	—	—	0,48	—	—	1,4
		—	—	3,6	—	—	0,38	—	—	1,9
		—	—	3,7	—	—	0,46	—	—	1,9
		—	—	4,0	—	—	0,42	—	—	1,7
Dalarna, Siljansfors förs.p.	417	—	—	4,1	—	—	0,43	—	—	—
		—	—	4,1	—	—	0,35	—	—	—
		4,3	4,3	—	0,44	0,41	—	—	—	—
Anhalt, Bärenthoren	391	—	—	4,2	—	—	0,38	—	—	—
		—	—	3,6	—	—	0,54	—	—	2,0
Tallhed med inspr. björk.										
Kiefernheide mit eingemischter Birke.										
Lappland, Arjeppluog	499: 3	—	—	4,0	—	—	0,49	—	—	—
Norrbottn, Norra Piteå revir, Fagerheden	485: 6	—	—	4,4	—	—	0,76	—	—	1,8
Västerbotten, Kulbäckslidens förs. p.	465: 1	—	—	3,9	—	—	0,51	—	—	1,4
» Degerfors kyrkby	462	—	—	3,9	—	—	—	—	—	1,4
		—	—	—	—	—	—	—	—	1,7
» Jörn	478	—	—	4,2	—	—	0,77	—	—	1,7
		—	—	4,1	—	—	0,57	—	—	1,7
Tallhed med ek.										
Kiefernheide mit eingepflanzten Eichen.										
Anhalt, Bärenthoren	392: 9	—	—	4,0	—	—	0,47	—	—	3,3
		—	—	4,4	—	—	0,92	—	—	3,9
Tallhed med bok.										
Kiefernheide mit eingepflanzten Buchen.										
Anhalt, Bärenthoren		—	—	4,3	—	—	1,04	—	—	—
		—	—	3,8	—	—	0,65	—	—	—
		—	—	3,6	—	—	0,34	—	—	—
		—	—	3,7	—	—	0,34	—	—	—
		—	—	3,5	—	—	0,57	—	—	—
Tallhed med spridda Hylocomium- fläckar.										
Kiefernheide mit zerstreuten <i>Hylocomium</i> -Flecken.										
Dalarna, Siljansfors förs.p.	417	—	—	4,0	—	—	0,52	—	—	—
		—	—	4,1	—	—	0,28	—	—	—
		—	—	4,5	—	—	0,52	—	—	—
Tallhed med Eupteris aquilina.										
Kiefernheide mit <i>Eupteris</i> .										
Anhalt, Bärenthoren	391: 6	—	—	4,2	—	—	0,63	—	—	2,0
Tallhed; under multnande ris.										
Kiefernheide; under vermoderndem Reisig.										
Norrbottn, Norra Piteå revir, Fagerheden	485: 7	4,6	4,5	—	0,57	0,85	—	2,4	1,6	—
Västerbotten, Degerfors kyrkby	462	—	—	4,0	—	—	0,49	—	—	1,9
Anhalt, Bärenthoren	391	—	—	3,6	—	—	0,47	—	—	1,8
		—	—	3,7	—	—	0,49	—	—	1,8
		—	—	3,9	—	—	0,53	—	—	2,0
		—	—	3,9	—	—	0,58	—	—	2,4

sering i olika skogstyper.

auf Verjüngungsflächen beziehenden Ziffern sind kursiv gedruckt.

Am-N			S-N			S-N inf.			Am-N koef.			S-N koef.			S-N inf. koef.		
F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
—	—	309	—	—	1,2	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	64	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	294	—	—	3,3	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	142	—	—	—	—	—	0,6	—	—	1,01	—	—	—	—	—	—
—	—	738	—	—	—	—	—	—	—	—	4,89	—	—	—	—	—	—
—	—	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,30
—	—	71	—	—	1,7	—	—	58	—	—	0,49	—	—	0,01	—	—	0,4
0	628	—	—	—	—	14	11	—	—	4,14	—	—	—	—	0,07	0,07	—
1208	767	—	—	—	—	39	16,5	—	8,1	4,65	—	—	—	—	0,27	0,10	—
—	—	228	—	—	—	—	—	0	—	—	1,62	—	—	—	—	—	—
—	—	521	—	—	—	—	—	—	—	—	2,75	—	—	—	—	—	—
—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	656	—	—	—	—	—	10,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	265	—	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	0	—	0,7	2,1	—	0,6	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0	—	—	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	703	—	—	2,8	—	—	17,3	—	—	3,53	—	—	0,01	—	—	0,09
—	—	162	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	221	—	—	6,5	—	—	—	—	—	1,22	—	—	0,04	—	—	—
—	—	134	—	—	—	—	—	1,7	—	—	1,0	—	—	—	—	—	0,01
—	—	2034	—	—	—	—	—	8,4	—	—	14,53	—	—	—	—	—	—
—	—	820	—	—	—	—	—	8,4	—	—	4,82	—	—	—	—	—	—
—	—	652	—	—	2,3	—	—	70	—	—	3,83	—	—	0,01	—	—	0,41
—	—	175	—	—	1,4	—	—	30	—	—	1,03	—	—	0,01	—	—	0,02
—	—	777	—	—	375	—	—	468	—	—	2,37	—	—	1,14	—	—	1,43
—	—	2115	—	—	1828	—	—	1863	—	—	5,39	—	—	4,67	—	—	4,75
—	—	1758	—	—	427	—	—	1010	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	807	—	—	3,1	—	—	241	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	575	—	—	2,1	—	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	568	—	—	3,0	—	—	177	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	557	—	—	2,5	—	—	161	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2430	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	434	—	—	0,8	—	—	4,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	77	—	—	0,8	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1015	—	—	22	—	—	103	—	—	4,3	—	—	0,1	—	—	0,44
2218	702	—	0	2,4	—	243	126	—	9,07	4,36	—	0	0,02	—	0,99	0,78	—
—	—	0	—	—	7,1	—	—	5,2	—	—	—	—	—	0,04	—	—	0,03
—	—	401	—	—	2,6	—	—	7,6	—	—	2,21	—	—	0,01	—	—	0,04
—	—	390	—	—	0,8	—	—	8,8	—	—	2,18	—	—	0,00	—	—	0,05
—	—	673	—	—	438	—	—	164	—	—	3,35	—	—	2,18	—	—	0,82
—	—	721	—	—	179	—	—	290	—	—	3,04	—	—	0,76	—	—	1,22

Tab. 38 (forts.).

	Special- beskriv- ning sid. o. n:r	P _H			CaO			N tot.		
		F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
Mossrik tallskog (Vaccinium-typ). Moosreicher Kiefernwald.										
<i>Lappland</i> , Lycksele		—	—	4,2	—	—	—	—	—	I,9
» Stensele	493: 6	3,7	3,6	—	0,68	0,68	—	I,5	I,8	—
<i>Norrbottn</i> , Norra Piteå revir, Fagerheden	485: 4	4,1	3,8	—	0,47	0,52	—	I,7	I,6	—
<i>Jämtland</i> , Bispgården	448	—	—	4,3	—	—	0,69	—	—	I,5
		4,1	3,8	—	0,62	0,61	—	I,9	I,6	—
		4,1	3,9	—	0,70	0,69	—	2,0	I,7	—
		—	—	—	—	0,73	—	—	I,1	—
		4,1	4,0	—	0,67	0,63	—	I,7	I,7	—
		4,1	4,0	—	0,58	0,73	—	I,3	I,8	—
		4,5	4,4	—	0,70	0,73	—	I,8	I,8	—
» Bräcke	446	—	—	4,7	—	—	I,36	—	—	2,5
<i>Hälsingland</i> , Voxna	408	—	—	3,7	—	—	0,78	—	—	I,6
		—	—	3,8	—	—	0,44	—	—	I,9
		—	—	3,9	—	—	0,65	—	—	I,6
		—	—	3,9	—	—	0,53	—	—	I,5
		—	—	3,9	—	—	0,67	—	—	I,5
		—	—	4,0	—	—	0,81	—	—	I,9
		—	—	3,8	—	—	0,54	—	—	I,5
		—	—	3,9	—	—	0,64	—	—	I,8
		—	—	3,8	—	—	0,52	—	—	I,5
		—	—	3,8	—	—	0,66	—	—	I,5
		3,9	3,7	—	0,65	0,48	—	I,8	I,6	—
		—	—	3,6	—	—	0,41	—	—	I,3
		—	—	3,8	—	—	0,41	—	—	I,3
		—	—	3,8	—	—	0,38	—	—	I,6
		—	—	—	—	—	0,54	—	—	I,2
		—	—	3,7	—	—	0,43	—	—	I,6
		—	—	3,7	—	—	0,40	—	—	I,2
<i>Södermanland</i> , Björkviks sn, Jönåker ...	397: 3	4,4	4,1	—	I,22	0,99	—	2,4	I,6	—
		4,3	4,0	—	—	—	0,79	—	—	I,7
Mossrik tallskog (Vaccinium-typ); med inspr. björk. Moosreicher Kiefernwald mit eingemischter Birke.										
<i>Västerbotten</i> , Degerfors revir, Aggberget	474: 13	—	—	5,2	—	—	I,46	—	—	2,9
Mossrik tall-granskog (Vaccinium- typ). Moosreicher Nadelmischwald.										
<i>Lappland</i> , Arjeppluog	499: 2	4,2	4,2	—	0,50	0,35	—	—	—	—
<i>Dalarna</i> , Siljansfors förs.p.	419: 3	4,0	3,9	—	0,41	0,64	—	—	—	—
		—	—	4,4	—	—	0,44	—	—	—
Mossrik granskog (Vaccinium-typ). Moosreicher Fichtenwald.										
<i>Lappland</i> , Stensele	488	—	—	3,7	—	—	0,23	—	—	I,5
		—	—	3,7	—	—	0,65	—	—	0,8
	493	—	—	3,6	—	—	0,33	—	—	I,5
		3,7	3,9	—	0,44	0,73	—	I,4	I,9	—
		—	4,0	—	—	0,54	—	—	I,8	—
<i>Norrbottn</i> , Norra Piteå revir, Rokliden...	485: 2	—	—	4,0	—	—	0,99	—	—	I,6

Am-N			S-N			S-N inf.			Am-N koef.			S-N koef.			S-N inf. koef.		
F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
—	—	1088	—	—	—	—	—	41,7	—	—	5,75	—	—	—	—	—	0,22
—	0	—	—	—	—	—	3,1	—	—	0	—	—	—	—	—	0,02	—
883	955	—	—	—	—	—	—	—	5,12	5,98	—	—	—	—	—	—	—
—	—	896	—	—	1,7	—	—	1,9	—	—	5,97	—	—	—	—	—	—
781	1507	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1324	532	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	536	—	—	1,1	—	—	2,2	—	—	4,12	—	—	—	—	—	—	—
585	276	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
483	213	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
674	183	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	791	—	—	20,8	—	—	21,2	—	—	3,23	—	—	0,08	—	—	0,86
—	—	105	—	—	0	—	—	0	—	—	0,71	—	—	—	—	—	—
—	—	444	—	—	0	—	—	0	—	—	2,31	—	—	—	—	—	—
—	—	339	—	—	0	—	—	0	—	—	2,12	—	—	—	—	—	—
—	—	249	—	—	0	—	—	0	—	—	1,70	—	—	—	—	—	—
—	—	397	—	—	0	—	—	0	—	—	2,61	—	—	—	—	—	—
—	—	106	—	—	0	—	—	0	—	—	0,55	—	—	—	—	—	—
—	—	29,6	—	—	0	—	—	0	—	—	0,20	—	—	—	—	—	—
—	—	604	—	—	0	—	—	0	—	—	0,43	—	—	—	—	—	—
—	—	478	—	—	0	—	—	0	—	—	3,24	—	—	—	—	—	—
—	—	115	—	—	0	—	—	0	—	—	0,78	—	—	—	—	—	—
805	346	—	0	0	—	0	0	—	4,41	2,17	—	—	—	—	—	—	—
—	—	707	—	—	0	—	—	0	—	—	5,54	—	—	—	—	—	—
—	—	121	—	—	0	—	—	1,2	—	—	0,95	—	—	—	—	—	—
—	—	487	—	—	1,0	—	—	0	—	—	3,04	—	—	—	—	—	—
—	—	1067	—	—	1,3	—	—	0,9	—	—	8,89	—	—	0,01	—	—	0,01
—	—	839	—	—	2,0	—	—	1,6	—	—	5,37	—	—	0,01	—	—	0,01
—	—	368	—	—	0,9	—	—	0,9	—	—	3,14	—	—	0,01	—	—	0,01
2750	1195	—	0	0	—	10,1	4,1	—	11,02	7,47	—	0	0	—	0,04	0,02	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2534	—	—	7,8	—	—	804	—	—	8,67	—	—	0,03	—	—	2,75
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
675	109	—	0	—	—	98	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
232	194	—	1,4	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	134	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—
—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—
—	—	172	—	—	—	—	—	—	—	—	1,12	—	—	—	—	—	—
109	0	—	—	—	—	—	—	—	0,77	0	—	—	—	—	—	—	—
—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
—	—	861	—	—	3,6	—	—	27	—	—	4,79	—	—	0,02	—	—	0,15

Tab. 38 (forts.).

	Special- beskriv- ning sid. o. n:r	PH			CaO			N tot.		
		F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
<i>Västerbotten, Kulbäckslidens förs.p.</i>	465	3,8	3,8	—	0,43	1,00	—	1,4	2,0	—
		3,9	4,0	—	0,71	0,61	—	1,6	1,6	—
		3,7	3,9	—	0,61	0,67	—	—	—	—
		3,9	4,1	—	0,49	0,27	—	1,7	2,5	—
		4,1	3,9	—	—	0,68	—	1,5	2,4	—
	476	—	—	4,0	—	0,78	—	—	—	1,7
		—	—	4,4	—	0,75	—	—	—	1,5
		—	—	4,6	—	1,11	—	—	—	1,8
		—	—	4,7	—	1,51	—	—	—	2,6
» Svartbergets förs.p.	476	—	—	4,9	—	2,15	—	—	—	2,5
<i>Ängermanland, Björna.....</i>	459	—	—	4,5	—	0,62	—	—	—	1,7
<i>Gästrikland, Ockelbo</i>	411	—	—	3,8	—	—	—	—	—	1,4
<i>Dalarna, Siljansfors förs.p.....</i>	419: 2	—	—	4,4	—	0,62	—	—	—	—
<i>Södermanland, Björkviks sn, Jönåker, Glindran</i>		—	—	3,8	—	—	—	—	—	—
<i>Tjeckoslovakien, Böhmerwald, Urskog på Kubani vid Schattawa</i>	387: 4	4,1	—	—	0,54	—	—	1,8	—	—
		—	—	4,1	—	0,86	—	—	—	3,6
		—	—	4,1	—	0,29	—	—	—	2,6
Mossrik granskog (Vaccinium-typ); med inspr. björk.										
Moosreicher Fichtenwald mit eingemischter Birke.										
<i>Lappland, Arjeplog</i>	497: 1	3,6	—	—	0,30	—	—	—	—	—
» Stensele	493: 5	4,9	5,2	—	—	1,06	—	—	2,0	—
		4,1	4,2	—	0,42	0,41	—	1,7	2,2	—
		—	—	5,1	—	0,69	—	—	—	—
		—	—	5,1	—	1,66	—	—	—	—
Sluten tall-granskog med nästan rent mosstäcke.										
Geschlossene Nadelmischwaldbestände mit fast reiner Moosdecke.										
<i>Jämtland, Stavre</i>	448: 1	5,6	5,4	—	5,16	5,27	—	2,1	2,9	—
		—	—	5,4	—	3,03	—	—	—	2,6
<i>Dalarna, Siljansfors förs.p.....</i>	419	4,3	4,1	—	0,86	1,02	—	—	—	—
		—	—	4,3	—	0,86	—	—	—	—
		4,0	3,9	—	0,50	0,47	—	—	—	—
		—	—	4,3	—	0,80	—	—	—	—
		—	—	3,8	—	0,41	—	—	—	—
		4,4	4,2	—	0,90	0,93	—	—	—	—
<i>Södermanland, Björkviks sn, Jönåker, Glindran</i>	397	4,2	—	—	0,48	—	—	1,7	—	—
		—	3,9	—	—	0,58	—	—	1,9	—
		4,4	4,2	—	1,00	0,85	—	—	—	—
		4,2	3,8	—	1,04	1,07	—	1,6	2,6	—
Sluten granskog med nästan rent mosstäcke.										
Geschlossene Fichtenbestände mit fast reiner Moosdecke.										
<i>Ängermanland, Anundsjö sn, Skalsjö ...</i>	459: 5	—	—	4,4	—	—	1,03	—	—	1,71
<i>Medelpad, Haverö</i>	441: 5	4,7	4,4	—	0,84	0,54	—	2,0	2,0	—
» Ånge	441	4,8	4,3	—	1,17	0,82	—	1,8	1,2	—
<i>Dalarna, Siljansfors förs.p.....</i>	419	—	—	4,4	—	—	0,65	—	—	—
		4,4	4,4	—	0,78	0,98	—	—	—	—
<i>Uppland, Vänge sn, Fiby urskog</i>	407	3,9	3,9	—	—	—	—	—	—	—
<i>Värmland, Alkvettern</i>	407	—	—	4,3	—	—	0,35	—	—	1,6
		—	—	4,6	—	—	1,61	—	—	3,5
		—	—	4,5	—	—	1,07	—	—	2,3
<i>Württemberg, Schwarzwald, Calmbach...</i>	383: 2	3,8	3,6	—	0,75	0,30	—	3,3	1,8	—

Am-N			S-N			S-N inf.			Am-N koef.			S-N koef.			S-N inf. koef.		
F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
237	113	—	0	0	—	1,0	0,9	—	1,69	0,56	—	—	—	—	—	—	—
230	0	—	0	0	—	—	—	—	1,43	0	—	—	—	—	—	—	—
590	468	—	0	0	—	6,4	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
373	331	—	0	0	—	3,0	2,9	—	2,19	1,32	—	—	—	—	0,01	0,01	—
682	308	—	0	0	—	1,5	3,0	—	4,54	1,28	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0	—	—	3,8	—	—	4,4	—	—	—	—	—	0,02	—	—	0,03
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	499	—	—	817	—	—	780	—	—	3,47	—	—	4,67	—	—	4,46
—	—	0	—	—	1444	—	—	1181	—	—	0	—	—	5,50	—	—	4,50
—	—	—	—	—	994	—	—	1242	—	—	—	—	—	4,00	—	—	5,00
—	—	508	—	—	3	—	—	90	—	—	3,07	—	—	0,02	—	—	0,55
—	—	481	—	—	—	—	—	0,8	—	—	3,44	—	—	—	—	—	—
—	—	240	—	—	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	521	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1350	—	—	519	—	—	623	—	—	3,72	—	—	1,43	—	—	1,71
—	—	652	—	—	3,4	—	—	11,6	—	—	2,54	—	—	0,03	—	—	0,05
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	74	—	—	0	—	—	299	—	0	0,38	—	—	0	—	—	1,52	—
676	710	—	0	0	—	122	168	—	3,99	3,18	—	0	0	—	0,72	0,75	—
—	—	5449	—	—	21	—	—	1705	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1585	—	—	121	—	—	1794	—	—	—	—	—	—	—	—	—
909	0	—	399	15,3	—	1489	280	—	4,28	0	—	1,88	0,05	—	7,00	0,98	—
265	154	—	4,8	1,0	9,5	95	14	567	—	—	0	—	—	0,04	—	—	1,19
—	818	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1057	19	—	1,4	1,1	2,8	26	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1509	—	—	—	—	—	413	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	282	—	—	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
657	263	—	1,6	1,2	—	217	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1938	618	—	0	0	—	68	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3106	1686	—	—	0	—	262	0	—	19,36	6,48	—	0	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1306	1153	—	2,4	2,8	—	232	42,3	—	6,41	5,77	—	0,01	0,01	—	1,14	0,22	—
996	164	—	4,0	2,0	—	292	13	—	5,44	1,11	—	0,02	0,01	—	1,59	0,08	—
—	849	—	—	—	1,2	—	—	327	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1227	460	—	0	0	—	—	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1119	764	—	9	4,6	—	727	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	865	—	—	—	1,8	—	—	5,2	—	—	5,41	—	—	—	—	—	—
—	4871	—	—	—	0	—	—	373	—	—	13,9	—	—	—	—	—	1,06
—	1930	—	—	—	0	—	—	173	—	—	8,39	—	—	—	—	—	0,75
3061	968	—	5,3	3,3	—	13,3	2,5	—	9,2	5,4	—	0,02	0,02	—	0,04	0,01	—

Tab. 38 (forts.).

	Special- beskriv- ning sid. o. n:r	P _H			CaO			N tot.		
		F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
Granskog utan levande mark- betäckning.										
Fichtenwald ohne Bodenvegetation.										
Ångermanland, Hemsön, Dyngmyren ...	454	4,3	4,0	—	0,90	0,28	—	—	—	—
» » Kraftmyren ...	454	4,2	3,7	—	0,69	0,42	—	—	—	—
Skåne, Dalby kronopark	392	—	—	4,4	—	—	0,83	—	—	2,1
		—	—	4,4	—	—	0,77	—	—	2,5
		—	—	4,1	—	—	0,92	—	—	2,7
		—	—	4,4	—	—	1,36	—	—	2,8
		—	—	4,2	—	—	0,49	—	—	2,0
		—	—	4,4	—	—	0,54	—	—	2,1
		—	—	4,6	—	—	0,85	—	—	2,1
		—	—	4,5	—	—	0,51	—	—	2,1
Planterad silvergranskog med nästan rent mosstäcke.										
Gepflanzter Tannenwald mit fast reiner Moosdecke.										
Württemberg, Schwarzwald	383—	4,1	4,0	—	0,36	0,40	—	1,3	2,4	—
	385	3,7	3,6	—	0,41	0,59	—	2,0	2,1	—
		—	—	4,2	—	—	0,68	—	—	2,8
		—	—	4,8	—	—	0,50	—	—	2,0
		—	—	4,0	—	—	0,65	—	—	2,1
		—	—	4,2	—	—	0,64	—	—	2,7
		—	—	3,5	—	—	0,51	—	—	1,6
		—	—	4,2	—	—	0,51	—	—	1,6
Mossrik tall-granskog (Dryopteris- typ).										
Moosreicher Nadelmischwald.										
Västerbotten, Degerfors sn, Ilvädertjärn	474: 11	—	—	4,0	—	—	0,66	—	—	22
Ångermanland, Hemsön	454: 1	—	—	4,5	—	—	0,93	—	—	—
		—	—	4,5	—	—	0,88	—	—	—
Dalarna, Siljansfors förs.p.	422	—	—	4,1	—	—	0,79	—	—	—
		—	—	4,5	—	—	1,04	—	—	—
		4,2	4,2	—	0,70	0,23	—	—	—	—
		—	—	4,4	—	—	0,14	—	—	—
		4,4	4,4	—	0,85	0,67	—	—	—	—
		4,3	4,2	—	0,88	0,96	—	—	—	—
Mossrik tall-granskog (Dryopteris- typ); med inspr. björk.										
Moosreicher Nadelmischwald mit eingemischter Birke.										
Medelpad, Haverö	438: 1	4,4	4,4	—	0,88	0,61	—	1,7	2,1	—
	439: 3	4,7	4,5	—	1,56	1,21	—	2,1	2,4	—
	441: 4	4,8	4,9	—	1,13	0,89	—	2,0	2,6	—
Mossrik granskog (Dryopteris-typ).										
Moosreicher Fichtenwald.										
Norrbotten, Norra Piteå revir, Rokliden...	485: 1	4,3	4,0	—	0,39	0,50	—	1,6	1,3	—
		4,1	3,6	—	0,71	0,56	—	1,7	1,5	—
		—	3,9	—	—	0,41	—	—	1,6	—
		—	—	4,7	—	—	1,63	—	—	—
Västerbotten, Kulbäckslidens förs.p.	468	—	4,3	—	0,94	1,00	—	2,2	1,8	—
		4,5	4,4	—	0,68	0,43	—	1,8	1,7	—
		—	4,6	—	—	0,11	—	—	1,4	—
		—	4,8	—	—	0,54	—	—	1,4	—
		4,4	4,2	—	0,66	1,32	—	—	—	—
» Degerfors rev., Gransjöberget	468: 10	—	—	4,4	—	—	1,67	—	—	2,3
		—	—	4,5	—	—	1,43	—	—	2,5
Ångermanland, Anundsjö sn, Skalmsjö ...	459	—	—	4,7	—	—	0,67	—	—	2,0
		—	—	4,4	—	—	0,61	—	—	1,4
		—	—	3,7	—	—	0,39	—	—	1,4

Tab. 38 (forts.).

	Special- beskriv- ning sid. o. nr	P _H			CaO			N _{tot.}		
		F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+
<i>Jämtland</i> , Bispgården		—	—	3,9	—	—	0,54	—	—	2,
» Bodsjö	444—	—	—	4,2	—	—	0,91	—	—	2,
	446	—	—	4,5	—	—	1,24	—	—	2,
		—	—	5,2	—	—	2,10	—	—	2,
		0,4	—	—	2,49	—	—	1,6	—	—
		—	5,4	—	—	1,60	—	—	1,7	—
		—	—	0,7	—	—	2,94	—	—	2,
		—	—	0,8	—	—	4,27	—	—	2,
» Stavre	448	—	—	0,5	—	—	4,33	—	—	2,
		—	—	5,2	—	—	2,29	—	—	1,
		—	—	4,7	—	—	0,74	—	—	2,
<i>Gästrikland</i> , Ockelbo		4,1	4,3	—	—	—	—	—	1,8	—
<i>Dalarna</i> , Siljansfors förs.p.	422	4,6	4,2	—	1,27	0,97	—	—	—	—
		—	—	4,8	—	—	1,36	—	—	—
		4,6	4,8	—	0,44	0,39	—	—	—	—
		4,6	4,7	—	0,20	0,56	—	—	—	—
Mossrik granskog (Dryopteris-typ); med inspr. björk.		—	—	4,7	—	—	1,00	—	—	—
Moosreicher Fichtenwald mit eingemischter Birke.		—	—	4,6	—	—	1,51	—	—	—
<i>Västerbotten</i> , Kulbäckslidens förs.p.	468	—	3,9	—	0,62	0,43	—	1,7	1,6	—
		6,8	—	—	2,89	—	—	3,0	—	—
		—	5,0	—	—	1,73	—	—	2,1	—
		—	4,3	—	—	0,67	—	—	2,6	—
		—	5,4	—	—	1,91	—	—	2,3	—
		—	—	4,4	—	—	0,46	—	—	—
		—	—	5,0	—	—	0,8	—	—	2
<i>Ångermanland</i> , Anundsjö	459	—	—	4,4	—	—	0,72	—	—	0
		—	—	—	—	—	1,21	—	—	1
<i>Jämtland</i> , Bodsjö	443: 1	5,2	—	—	1,24	—	—	2,9	—	—
	444: 4	—	—	5,2	—	—	3,9	—	—	2
<i>Medelpad</i> , Haverö		—	—	4,9	—	—	—	—	—	1
Mossrik tall-granskog (Anemone hepatica-typ).										
Moosreicher Nadelmischwald.										
<i>Jämtland</i> , Bodsjö	443: 2	—	—	6,1	—	—	4,0	—	—	2
		—	—	6,4	—	—	3,63	—	—	2
		—	—	4,6	—	—	1,32	—	—	1
<i>Dalarna</i> , Siljansfors förs.p.	427: 1	—	—	4,8	—	—	—	—	—	—
Mossrik granskog (Anemone hepatica-typ).										
Moosreicher Fichtenwald.										
<i>Jämtland</i> , Stavre	448	—	—	6,6	—	—	5,56	—	—	3
		—	—	5,8	—	—	2,43	—	—	3
		—	—	6,9	—	—	7,38	—	—	2
<i>Dalarna</i> , Siljansfors förs.p.	427	5,0	4,8	—	1,79	1,47	—	—	—	—
		—	—	5,2	—	—	1,47	—	—	—
		4,9	4,9	—	1,11	0,71	—	—	—	—
		4,6	4,8	—	1,10	1,29	—	—	—	—
		—	—	5,0	—	—	1,55	—	—	—
		—	—	4,9	—	—	1,34	—	—	—
		—	—	4,9	—	—	1,78	—	—	—
		—	—	5,1	—	—	2,03	—	—	—
		—	—	5,0	—	—	1,59	—	—	—
		5,3	5,4	—	1,38	1,61	—	—	—	—
		—	—	4,9	—	—	1,72	—	—	—

Tab. 38 (forts.).

	Special- beskriv- ning sid. o. nr	pH			CaO			N tot.		
		F	H	F+H	F	H	F+H	F	H	F+H
Mossrik tall-granskog (Anemone hepatica-typ); med inspr. björk. Moosreicher Nadelmischwald mit eingemischter Birke.										
<i>Jämtland</i> , Bodsjö	443: 3	—	—	5,7	—	—	3,74	—	—	3,3
		—	—	5,7	—	—	5,05	—	—	3,7
Mossrik tallskog (Geranium-typ). Moosreicher Kiefernwald.										
<i>Medelpad</i> , Haverö	439: 2	5,6	4,5	—	1,10	0,84	—	2,7	3,3	—
Mossrik granskog (Geranium-typ). Moosreicher Fichtenwald.										
<i>Lappland</i> , Stensele	493: 7	—	—	4,7	—	—	1,52	—	—	2,8
<i>Norrbottnen</i> , Norra Piteå revir, Rokliden...	485: 3	—	5,1	—	0,55	0,39	—	2,6	2,7	—
<i>Västerbotten</i> , Kulbäckslidens förs.p.	468: 8	—	—	5,1	—	—	1,13	—	—	2,3
		—	—	4,3	—	—	—	—	—	1,9
		—	—	4,6	—	—	1,55	—	—	—
		4,1	—	—	0,58	—	—	—	—	—
		—	4,3	—	—	0,45	—	—	—	—
		5,3	4,8	—	1,39	0,73	—	—	—	—
Örtrik tallskog utan ris. Kräuterreicher Kiefernwald ohne Zwergsträucher.										
<i>Södermanland</i> , Björkviks sn, Lopsjötorp	403: 7	—	—	7,7	—	—	3,50	—	—	2,7
» » » Hjulbonäs	403: 8	5,6	6,2	—	—	—	2,14	—	—	1,9
<i>Anhalt</i> , Bärenthoren	392: 8	—	—	4,1	—	—	0,89	—	—	3,0
	391: 7	—	—	4,2	—	—	0,90	—	—	2,9
Örtrik granskog utan ris. Kräuterreicher Fichtenwald ohne Zwergsträucher.										
<i>Württemberg</i> , Schwarzwald	385: 5	—	—	4,0	—	—	1,07	—	—	3,9
Löväng. Laubwiesen.										
<i>Lappland</i> , Arjeplog, Lulle Istjakk	499: 4	—	6,5	—	—	4,97	—	—	—	—
<i>Jämtland</i> , Bodsjö		—	—	6,0	—	—	1,26	—	—	3,4
<i>Uppland</i> , Djursholm	406	—	—	5,7	—	—	2,93	—	—	—
		—	—	6,5	—	—	5,32	—	—	—
		—	—	4,9	—	—	1,01	—	—	—
Lunddäld. Haintäler.										
<i>Dalarna</i> , Siljansförs förs.p., Stickosälsbäcken	433	—	—	5,4	—	—	2,55	—	—	—
		—	—	5,7	—	—	2,74	—	—	—
		—	—	5,5	—	—	2,33	—	—	—
» » » Tibastbäcken ...	433	5,2	5,1	—	1,02	0,61	—	—	—	—
Blandskog av gran och lärk (med Oxalis). Mischwald von Fichte und Lärche.										
<i>Tjeckoslovakien</i> , Böhmerwald	387: 5	—	—	4,7	—	—	1,23	—	—	2,2
Blandskog av gran, silvergran och bok (med örter). Mischwald von Fichte, Tanne und Buche.										
<i>Tjeckoslovakien</i> , Böhmerwald, Schattawa	387	—	—	4,2	—	—	0,45	—	—	3,6
		—	—	3,9	—	—	0,57	—	—	3,3
		—	—	4,5	—	—	0,70	—	—	3,5
<i>Württemberg</i> , Schwarzwald, Langenbrand	385: 6	—	—	4,8	—	—	0,31	—	—	2,5
Blandskog av gran, silvergran, tall och bok (utan fält- och bottenstikt). Mischwald von Fichte, Tanne, Kiefer, Buche; ohne Feld- und Bodenschicht.										
<i>Württemberg</i> , Schwarzwald, Calmbach ...	383: 1	3,8	3,6	—	0,39	0,36	—	2,0	2,3	—
		—	—	4,6	—	—	2,74	—	—	4,3
		—	—	5,2	—	—	1,01	—	—	2,2
Gransumpskog med örter. Fichtensumpfwald mit Kräutern.										
<i>Dalarna</i> , Siljansförs förs.p.	433	4,9	5,0	—	3,06	2,72	—	—	—	—
		5,5	5,3	—	1,77	1,93	—	—	—	—

5. Gallringars inflytande på kvävemobiliseringen i humustäcket.

I betraktande av den stora roll, som gallringar ha för höjandet av det ekonomiska utbytet av skogens produktionsförmåga, är en undersökning av dessa åtgärders inverkan på kvävemobiliseringen av stor betydelse. Vanligen anses att gallringens betydelse ligger däruti, att det gallrade beståndets totala tillväxt övertages av ett färre antal stammar än i det ogallrade, varigenom ett i kvalitativt hänseende värdefullare utbyte erhålles ur skogen utan att totalproduktionen ökas. Andra mena att produktionsutbytet dessutom höjes eller kan höjas även i kvantitativt hänseende. För den senare uppfattningen gjorde sig GUNNAR SCHOTTE till tolk och anförde som stöd för sin mening de resultat, som en del av skogsavdelningens gallringsytor lämnat (se SCHOTTE 1917). En sådan inverkan av gallringen vore ju även ur markbiologisk synpunkt av stort intresse. Det kunde bl. a. tänkas att det ökade ljusstillträdet genom att höja markens temperatur förorsakade en livligare kvävemobilisering och överhuvud taget ett livligare svamp- och bakterieliv i marken. Efter en ingående diskussion i frågan med min framlidne kollega valde jag som lämpligaste objekt för mina undersökningar gallringsytan n:r 54 i Dalby kronopark, Skåne¹, n:r 40 vid Bispgården i Jämtland och n:r 61 vid Voxna i Hälsingland. Den första ytan är beskriven av SCHOTTE (1922 b) i hans exkursionsledare angående skogsförsöksanstaltens skånska provytor, de två senare i hans uppsats 1917 om skogsproduktionens höjande genom beståndsvårdsåtgärder. Angående försöksytornas belägenhet, vegetation etc. hänvisas för övrigt till specialbeskrivningarna sid. 392, 448 och 408.

En jämförelse mellan marktillståndet och produktionen vid olika gallringsformer stöter emellertid på stora svårigheter. För att produktionen skall kunna bestämmas med tillfredsställande säkerhet fordras nämligen att observationerna utsträckas till en lång följd av år. Markanalyser, som utföras vid ett enda tillfälle, äro däremot representativa endast för en kort period. Så länge icke fortlöpande markanalyser finnas för hela den observerade tillväxtperioden blir därför varje sådan jämförelse haltande. För de här undersökta ytorna tillkommer beträffande Bispgården och Voxna, att jämförelseytorna i orört bestånd anlagts mycket senare än gallringsförsöket, varför därstädes säkra hållpunkter för bedömande av gallringens inflytande på produktionen tillsvidare saknas. Av denna anledning har jag här försökt en jämförelse mellan marktillståndet och produktionen endast för ytan i Dalby.

¹ Försöksytan 539 i Dalby krpk var vid mitt besök hösten 1921 helt nyligen anlagd (år 1920), så att några förändringar i marken knappast hunnit inträda.

Försöksytan i Dalby kronopark är förlagd i planterad granskog, som vid min undersökning i okt. 1921 hade en ålder av 49 år. Försöket omfattar fyra avdelningar, nämligen:

- I. Rensningsgallring (orörd jämförelseyta).
- II. Svag låggallring.
- III. Stark låggallring.
- IV. Stark låggallring 1906 och 1911, extra stark 1916, 1920 och 1926.

År 1926 vid sista revisionen voro virkeskapitalet och tillväxten inom de olika avdelningarna:

	Virkeskapital	Produktion 1906—1926
	kbm	kbm
I	585	371
II	489	369
III	408	401
IV	321	389

Enligt de i okt. 1921 insamlade humusproven gestaltade sig kväve-mobiliseringen, uttryckt i milligram kväve per kg humus eller koefficienter, på följande sätt i de olika avdelningarna.

	Am-N mg per kg humus	Am-N koeff.	S-N per kg humus	S-N koeff.
I	679	3,99	160	0,94
II	592	2,40	438	1,78
III	1,001	3,74	681	2,55
IV	375	1,33	775	2,75

Med ökad gallringsgrad ökas nitrifikationens intensitet och når sitt maximum i avd. n:r IV, som dock föga skiljer sig från avd. n:r III. Ammoniakbildningen har ett mera oregelbundet förlopp med maximum i avd. III och minimum i avd. IV. Sammanslås ammoniak- och salpeterkvävemängderna är kväve-mobiliseringen livligast i avd. III, varefter följa avdelningarna IV, II och I. Tillväxten i de olika gallrade bestånden står i närmaste relation till kväve-mobiliseringens intensitet.

Försöksytan n:r 40 vid Bispgården är förlagd i mossrik tallskog med något växlande markbetäckning. Den del av ytan, som av mig närmare undersökts, måste hänföras till *Vaccinium*-typen. Enligt SCHOTTES framställning 1917 skulle det gallrade beståndet ha ökat sin totala tillväxt genom gallringen, ett resultat, som dock endast stödde sig på utvecklingen i det gallrade beståndet och ej på något studium av en jämförelseyta. Gallringsgraderna ha varit 1905 svag låggallring, 1910 stark låggallring, 1915, 1920 och 1925 extra stark låggallring. År 1925 undersöktes närmare ett bredvidliggande ogallrat bestånd, lämpligt som jäm-

förelsebestånd. Enligt den år 1925 företagna undersökningen hade virkeskapitalet i de gallrade och ogallrade bestånden följande värden:

	Virkeskapital kbm
Gallrad.....	153,01
Ogallrad	326,19

Enligt hösten 1921 insamlade prov (se sid. 396) gestaltade sig reaktionstal och kvävemobilisering i de gallrade och ogallrade bestånden på följande sätt:

	Gallrad yta		Ogallrad yta	
	F	H	F	H
PH	4,07	4,02	4,07	3,84
Am-N mg/kg jord	405,6	135,4	905,4	549,6

I den gallrade ytan är sålunda kvävemobiliseringen mindre än i den ogallrade. Nitrifikation har ej framkallats eller ökats genom gallringen.

Provytan 61 å Bornsberget vid Voxna är förlagd i mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ. Orörd jämförelseyta finnes men är dock ej fullt lämplig för ändamålet. Ytan 61 behandlades 1906 med svag låggallring, 1911, 1916 och 1921 med extra stark låggallring. Virkeskapitalet hade år 1921, alltså samma sommar, som ett flertal jordprov togos för undersökning, följande värden:

	Virkeskapital kbm
Gallrad	178,95
Ogallrad	261,65

Kvävemobiliseringen i den gallrade och den ogallrade ytan gestaltade sig 1921 enligt då samlade prov på följande sätt:

	Gallrad yta	Ogallrad
PH	3,82	3,90
Am-N mg/kg jord	356	287
Am-N mg/kg humus	396	307

I den gallrade ytan är kvävemobiliseringen något livligare än i den ogallrade. Skillnaden i kvävemobilisering är dock i dessa ytor mera obetydlig.

De gjorda undersökningarna visa sålunda att gallring under vissa omständigheter kan leda till ökad kvävemobilisering och sannolikt i samband därmed till ökad totaltillväxt i beståndet, men de ge också exempel på minskad kvävemobilisering. De visa också, att olika marktyper eller skogstyper reagera mycket olika varav framgår vikten av att vid gallringsstudier noga skilja olika skogstyper från varandra. Vad som gäller för

vissa typer, har ej sin tillämplighet på andra. Frågan är av den betydelse att den bör ytterligare studeras.

Gallringarnas effekt kan tänkas ligga däri, att ett samlat näringsförråd mobiliseras, varefter effekten så småningom upphör. Härför talar att humushalten i de gallrade bestånden synes avtaga. Får man döma av de insamlade proven gäller detta såväl ytan vid Voxna som den i Dalby kronopark. I Voxnaproven var den genomsnittliga glödförlusten som nedanstående översikt visar:

	Gallrad yta	Ogallrad yta
Glödförlust %	89,0	92,1

I Dalbyytorna avtog humushalten i proven med gallringsgraden (se även sid. 283—284). Vilken effekt detta kan ha på kvävemobiliseringens intensitet under en längre period kan med vår nuvarande erfarenhet ej avgöras, då vi känna för litet om assimilationen i skogsmarken av det fria kvävet i luften.

Undersökningen av gallringens inflytande på kvävemobiliseringen har sålunda visat att denna synes sammanhånga med mark- eller humustypen. I Dalby kronopark, där gallringen ökat humuskvävets nitrifikation och mobilisering, har humusen mårkaraktär och jordmånen hör till brunjordstypen. I provytorna vid Voxna eller Bispgården, där gallringen antingen utövat ett svagt höjande eller ock ned-sättande inflytande på humuskvävets mobilisering, har humusen råhumuskaraktär. Jordmånstypen är podsol.

6. Kvävets mobiliseringsmöjligheter i olika råhumustäcken.

Gallringens inflytande på kvävemobiliseringen talar för att kvävet i råhumustäcket är mindre känsligt för yttre ingrepp än i ett mull- eller mårartat humustäcke. Men även i olika råhumustäcken växlar kvävemobiliseringen, som det synes oberoende av p_H . De föregående undersökningarna giva bl. a. anledning att antaga att i de gamla nordiska granskogarnas råhumustäcke kvävet är särdeles hårt bundet och svåråtkomligt för de kvävemobiliserande organismerna. En låg halt av basiska buffertämnen synes ej ensamt kunna förklara saken. För att närmare studera frågan har jag sökt att genom tillsats av $CaCO_3$ i utomordentligt finfördelat tillstånd hos olika råhumusprov utjämna förefintliga skillnader i p_H samt förse dem med en tillräcklig mängd basiska buffertämnen. En serie av de kalkade proven infekterades med salpeterbildande hyggesjord för att tillföra sådana mikroorganismer, som snabbt sönderdela det i skogen bildade växtavfallet. För varje försök användes 50 g jord, som lagrades på vanligt sätt (3 mån.) i erlenmeyerkolv. De till 50 g jord använda kalkmängderna

voro 0,2, 0,4, 0,8 och 4 g CaCO_3 samt i några serier dessutom 1 och 7,5 g. De infekterade proven bestodo av 45 g råhumus och 5 g nitrificerande hyggesjord. Rätt omfattande undersökningar ha gjorts med denna metod vid Skogsförsöksanstalten, men i denna redogörelse medtagas endast följande fem prov.

1. Råhumus från sluten tall-granskog med rent mosstäcke. Jönåkers häradsallmänning vid Glindran (se beskr. sid. 397: 1 och fig. 52).

2. Råhumus ur gammal, lavbehängd och svagt växtlig granskog av *Vaccinium*-typ. Kulbäckslidens försökspark. Gamla försöksfältet nära kajan (se sid. 465: 2).

3. Råhumus ur gammal, lavbehängd och svagt växtlig granskog av *Vaccinium*-typ. Kulbäckslidens försökspark. Storliden.

4. Råhumus ur yngre, c:a 70—80-årig växtlig granskog av *Vaccinium*-typ, uppkommen efter brand. God björkinblandning. Kulbäckslidens försökspark. Holme nedanför Kåtaåsen i Degerö stormyr.

5. Samma bestånd, men parti med svagare björkinblandning.

Råhumustäckena i 1, 4 och 5 visade sig vid titrering jämförelsevis rika på basiska buffertämnen, 2 och 3 däremot fattiga. Proven 1, 2 och 3 voro även rika, 4 och 5 däremot relativt fattiga på sura buffertämnen.

Resultatet av dessa undersökningar återfinnes i tab. 39 samt illustreras ytterligare av fig. 42—46. Provet från tallgranskogen med rent mosstäcke har kraftigt reagerat för behandlingen. Enbart genom kalktillsats kan en livlig nitrifikation framkallas, effekten är dock större i förmultnings- än i humusämneskiktet. Smärre kalktillsatser öka ammoniakbildningen, större sänka densamma, i det tydligen de bildade ammoniakmängderna nitrificeras. Undersökas summorna av ammoniak- och nitratkväve vid högre kalktillsatser, från 2,0 g och däröver, visar det sig, att den totala kvävemobiliseringen ej ökas utan endast ändrar karaktär, åtminstone är detta fallet i förmultningsskiktet. Infektion med salpeterbildande jord har en stimulerande effekt på nitrifikationen. Kvävet i humusämneskiktet kan emellertid ej genom kalkning och infektion mobiliseras eller nitrificeras i samma grad som i förmultningsskiktet. Även om reaktionen genom kalktillsats blir fullt neutral, förblir kvävemobiliseringen svag (se fig. 42).

Proven 2—5 äro från samma trakt och äro tagna i samma slags skogstyp — mossrik granskog av *Vaccinium*-typ. De olikheter, som finnas mellan råhumusformerna, kunna sålunda illustrera olika utvecklingsstadier hos en och samma skogstyp. Provet nr 2 skiljer sig från 1 bl. a. genom att enbart kalkning ej framkallar nitrifikation, härtill fordras dessutom tillförsel av salpeterbildande organismer genom hyggesjord. Den härav framkallade nitrifikationen är dock mycket svagare än i prov

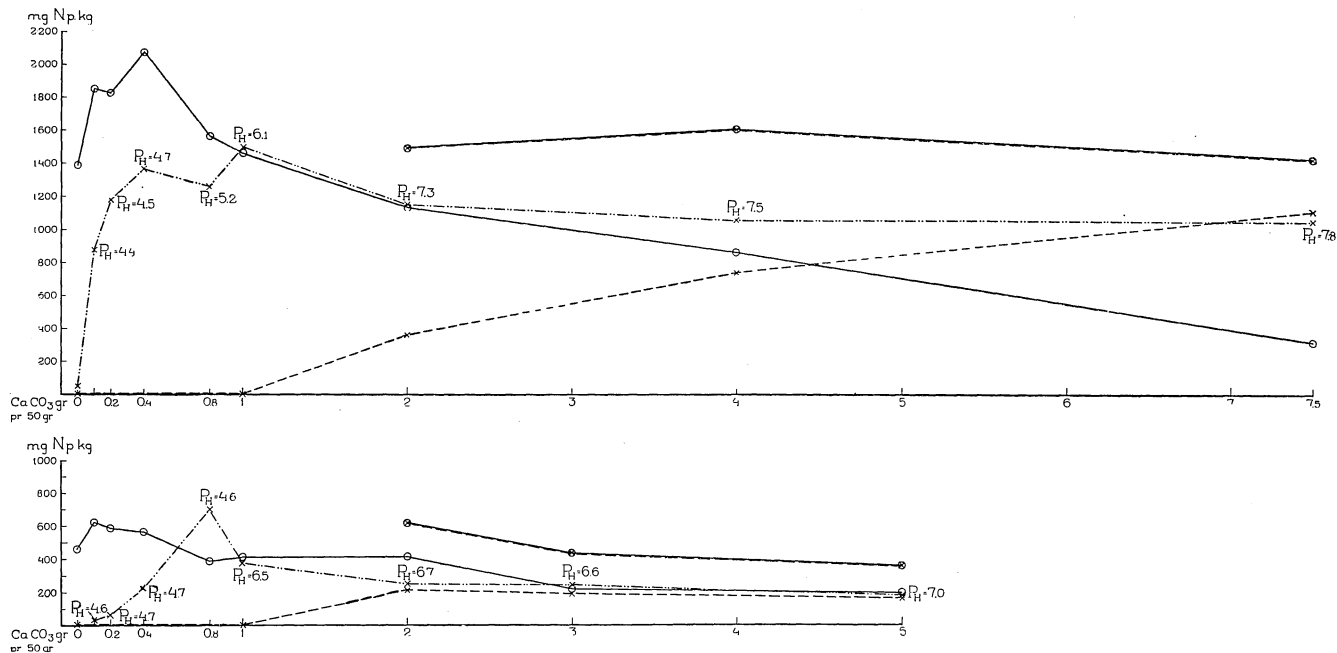


Fig. 42. Inverkan av CaCO_3 på kvävet mobilisering i råhumus från slutet tallgranskog med rent mosstäcke. Södermanland. Jönåker. Glindran. Övre figuren förmultningsskiktet, undre humusämneskiktet.

○—○ Am-N. ×—× S-N. ×—·—· S-N_{inf}. ⊗—⊗ Am-N + S-N.

Einwirkung von CaCO_3 auf die Mobilisierung des Stickstoffs in Rohhumus aus Kiefern-Fichtenwald mit reiner Moosdecke. Oberes Kurvenbild Vermoderungsschicht, unteres Humusstoffschicht.

1 och sjunker från p_H 5 med stigande kalktillsats och p_H -s ytterligare förskjutning åt det alkaliska hållet. Ammoniakkbildningen är svag och influeras föga av kalktillsatsen. En svag sänkning är t. o. m. märkbar. Kvävet i förmultningsskiktet är mindre hårt bundet än i humusämneskiktet (se fig. 43). Provet n:r 3, likaledes från lavbehängd, svagt växtlig gammal granskog av *Vaccinium*-typ, har svag kvävemobilisering, som ej influeras av kalktillsats. Nitrifikation framkallas ej genom kalkning, ammoniakkbildningen influeras ej. Kalkning i förening med infektion har ingen eller svag effekt. Den bildade nitratmängden motsvarar ej ens ympjordens egen salpeterbildande förmåga (se fig. 44).

Från proven n:r 2 och 3 skilja sig proven 4 och 5 högst väsentligt. Ammoniakkbildningen är utan kalkning eller infektion livlig, nitrifikation förekommer ej. Genom kalkning framkallas utan vidare tillsats en livlig nitrifikation, medan ammoniakkbildningen nedtryckes. Ammoniakkvävet överföres tydligen till salpeterkväve. Infektion med nitrificerande jord utan samtidig kalkning kan framkalla nitrifikation, med kalkning är effekten större. Ehuru båda humusproven ha samma reaktionstal eller $p_H = 5,1$ visar sig det humusprov, som bildats under inflytande av multnande björkblad, överträffa det andra genom livligare ammoniakkbildning samt större reaktionsförmåga vid kalkning, vid infektion eller vid båda åtgärderna i förening (se fig. 45 och 46).

Av undersökningens resultat torde i första hand följande böra framhållas. I proven 1, 4 och 5 framkallas nitrifikation enbart genom kalkning.

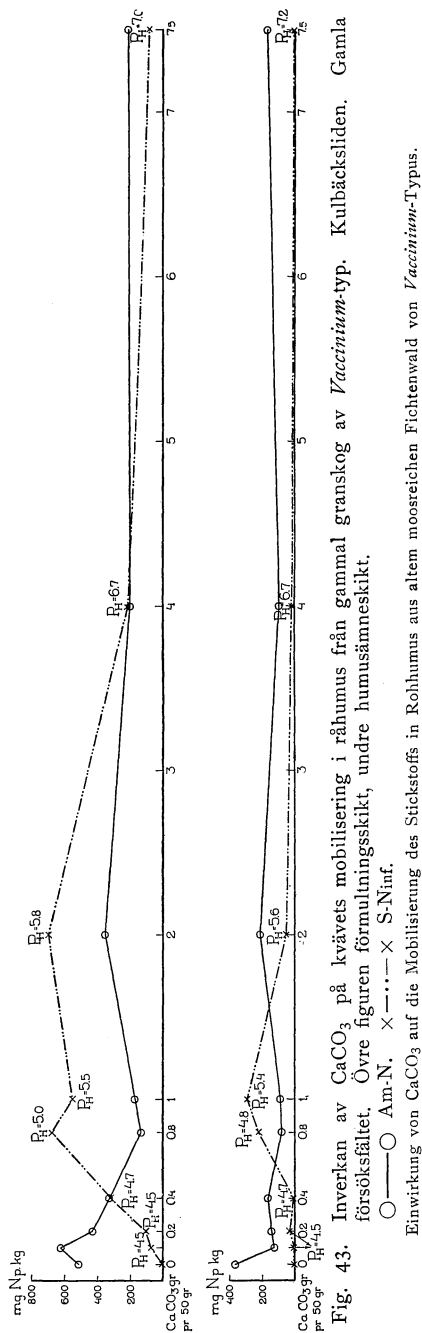


Fig. 43. Inverkan av CaCO_3 på kvävet mobilisering i råhumus från gammal granskog av *Vaccinium*-typ. Gamla försöksfältet. Övre figuren förmultningsskikt, undre humusämneskikt.

○—○ Am-N. ×—× S-Ninf.

Einwirkung von CaCO_3 auf die Mobilisierung des Stickstoffs in Rohhumus aus altem moosreichen Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus.

Denna förändring torde bäst kunna förklaras därav, att i dylika jordprov lever en under vanliga förhållanden mera undertryckt nitrifikationsflora. Genom kalktillsats bli förhållandena gynnsamma för dess utveckling och den ger sig tillkänna genom en livlig salpeterbildning. Denna uppfattning synes mig stå i god överensstämmelse med några av WINOGRADSKYS senare jordbakteriologiska undersökningar (1925). Han har påvisat, hurusom man genom vissa tillsatser till jordar kan framkalla en rik bakterieflora av arter, som utan dessa tillsatser föra en mera undertryckt tillvaro. Förekomsten av en dylik, undertryckt flora av nitrifikationsbakterier skulle då utgöra förklaringen till att vissa humusformer enligt mina undersökningar så lätt övergå i ett nitrificerande stadium vid ökat ljustillträde. Vad särskilt proven 4 och 5 beträffar kan deras undertryckta nitrifikationsflora tänkas härstamma från den mikroorganismflora, som utvecklade sig på det brandfält, på vilket beståndet vuxit upp.

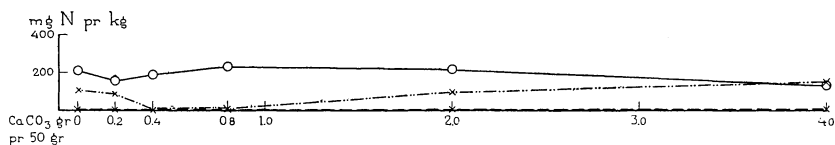


Fig. 44. Inverkan av CaCO_3 på kvävet mobilisering i råhumus från gammal mossrik gran-skog av *Vaccinium*-typ. Kulbäckslidens försökspark. Storliden.

○ ———○ Am-N. × — — × S-N. × — · — × S-Ninf.

Einwirkung von CaCO_3 auf die Stickstoffmobilisierung in altem moosreichen Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus. Versuchsforst Kulbäcksliden. Storliden.

För övrigt visa försöken att orsaken till kvävet svaga mobilisering i de gamla råhumusformerna ej enbart kan sökas i reaktionstalet eller brist på buffertämnen. Kalktillsatserna ha varit tillräckligt höga för att utjämna ursprungliga olikheter mellan de använda proven. Orsaken måste antingen sökas i att kväveföreningarna äro av sådan beskaffenhet, att de äro svåråtkomliga för de kvävemobiliserande organismerna eller ock i förekomsten av giftämnen, som motverka dylika mikroorganismers verksamhet och som ej kunna avlägsnas genom kalkning. För närvarande pågå vid försöksanstalten undersökningar för att närmare utreda denna fråga.

Under lagringen ha, som tabellerna visa, de kalkade proven vanligen ändrat sitt reaktionstal i sur riktning. När nitrifikation förekommer, kan en sådan reaktionsändring förklaras genom denna process egen natur. Under denna bildas ju syror. Men reaktionsändring förekommer även utan salpeterbildning, den kan således förorsakas även av andra, syrebildande processer. Prov n:r 1 visar däremot en reaktionsändring i alkalisk riktning.

Dessa reaktionsändringar hos de kalkade proven, som försiggå under provens lagring, synas mig vara ganska väl ägnade att belysa humus-

täckets natur. Den föregående undersökningen visar en märklig överensstämmelse i reaktionstal mellan humusprov från olika trakter men från överensstämmande skogstyper. Reaktionstalet är med vissa variationer dock en någorlunda konstant egenskap hos en skogstyps humustäcke. Kalkningens inverkan på de lagrade proven visar däremot, att

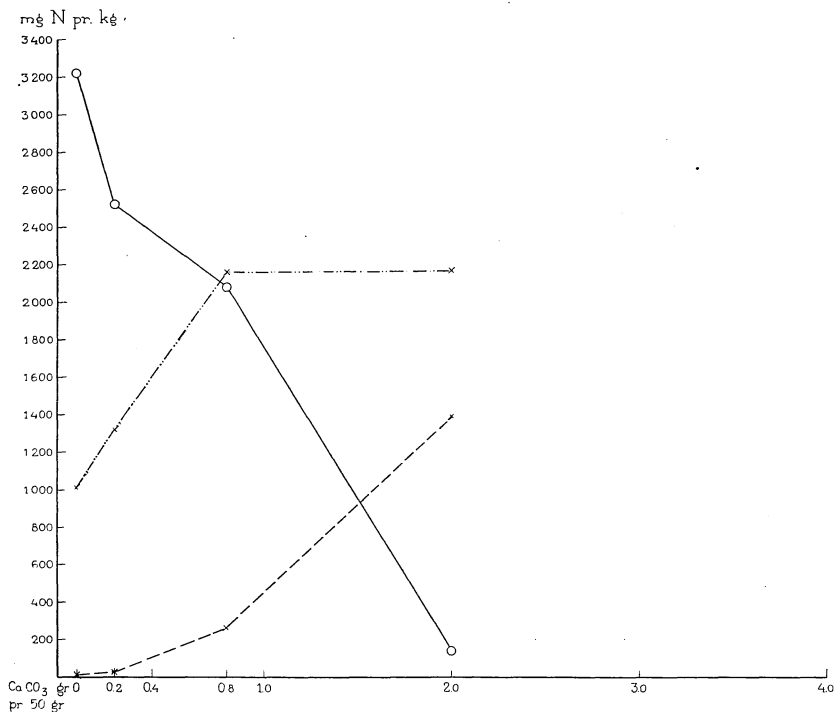


Fig. 45. Inverkan av CaCO_3 på kvävet mobilisering i yngre mossrik granskog av *Vaccinium*-typ, uppkommen efter brand. Starkare inblandning av björk. Kulbäckslidens försökspark. Holme i Degerö stormyr.

○—○ Am-N. ×—× S-N. ×—·—× S-Ninf.

Einwirkung von CaCO_3 auf die Mobilisierung des Stickstoffs in einem jüngeren, moosreichen Fichtenwald, entstanden nach Waldbrand. Stärkere Einnischung von Birken. Versuchsforst Kulbäcksliden.

en genom tillsats af baser förorsakad reaktionsändring ej förblir bestående. Orsaken härtill kan sannolikt sökas i arten av den mikroflora, som finnes i humustäcket. Denna torde i de undersökta humustäckena vara av sådan natur, att den i övervägande grad bildar syror. Märkligt är emellertid att i provet nr 1 reaktionsändringen gått i alkalisk riktning. Det är ju möjligt, att genom kalkningen mikrofloran i detta humusprov ändrat karaktär. Dock förtjänar det framhållas att detta humusprov härstammar från ett mycket vackert och växtligt barrblandbestånd (se fig. 52 sid. 398), vars humustäcke redan genom upptagande av en mindre lucka i beståndet övergår i nitrificerande stadium. Då humustäcket i

barrskogen ej blott består av humusämnen och växt- och djurrester under sönderdelning utan också innehåller en säregen och karaktäristisk mikroflora, som påverkar dess karaktär, kan man ej enbart genom en kemisk analys beräkna de basmängder, som erfordras för att förläna humustäcket en mera stabil neutral reaktion. En viss inblick i humus-

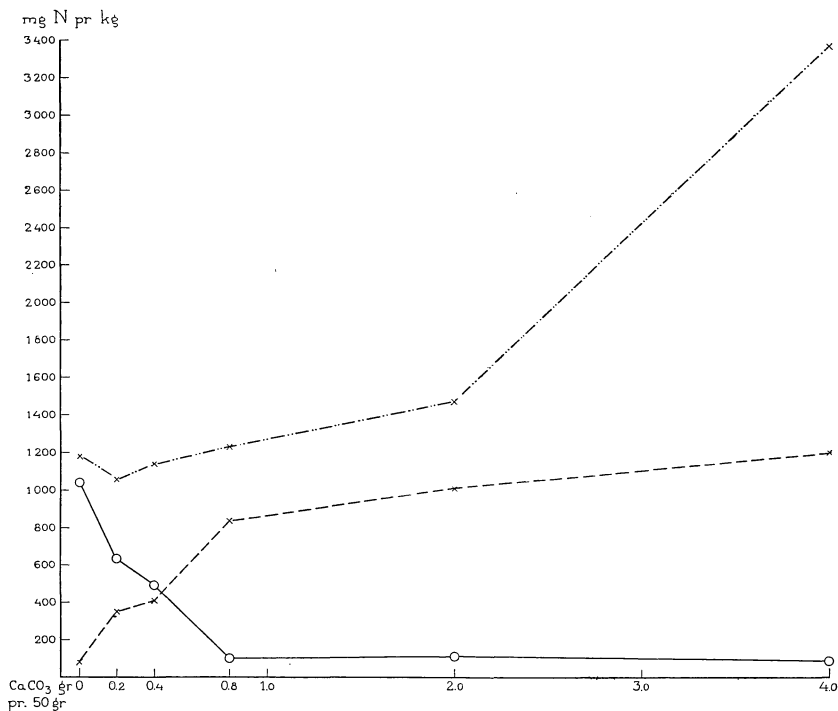


Fig. 46. Inverkan av CaCO_3 på kvävet mobilisering i råhumus från yngre mossrik gran-skog av *Vaccinium*-typ uppkommen efter brand. Föga björkinblandning. Kulbäckslidens försökspark. Holme i Degerö stormyr.
 ○—○ Am-N. x—x S-N. x—x S-Ninf.

Einwirkung von CaCO_3 auf die Mobilisierung des Stickstoffs in einem jüngeren mossreichen Fichtenwald, entstanden nach einem Waldbrand. Schwache Einnischung von Birken.

täckets karaktär kan däremot vinnas genom att studera reaktionsändringar och kvävemobiliseringen hos prov, som genom bastillförsel eller syretillförsel förändrat sin reaktion. Dock måste man även i kalkrika prov taga i betraktande huruvida en sur reaktion kan bero på kolsyrans koncentration (se BJERRUM och GJALDBÆK 1919).

Under senaste tid ha utförts serier av undersökningar (se t. ex. HIS-SINK och VAN DER SPEK 1926), över olika titreringsmetoders lämplighet vid bestämmande av de basmängder, som åtgå för att göra en jord neutral. Härvid har det visat sig att man ej av en titrering med NaOH

kan beräkna erforderliga mängder av CaO , titreringen med NaOH ger för lågt resultat. Jämför man de kalkmängder, som åtgått för att göra de undersökta jordproven neutrala med motsvarande titreringskurvor med NaOH , finner man detsamma; det fordras mer kalk än som av dessa kan beräknas. Med hänsyn till vad andra forskare funnit är detta således ej något överraskande. Emellertid visar det sig att de erforderliga kalkmängderna för olika jordprov så tillvida stämma med titreringskurvorna att de stå i en viss relation till jordprovens genom titreringen bestämda halter av sura buffertämnen. Men även om man funne en metod för att exakt bestämma erforderliga kalkmängder, kunde man dock ej enbart på grundval av denna beräkna de kalkmängder, som erfordras för att ge jorden en mera stadigvarande neutral reaktion.

De här refererade undersökningarna liksom också jämförelsen över kvävemobiliseringens olika livlighet i förmultnings- och humusämneskikten (kap. XIII, 3) tala för att man i humustäcket har kväveföreningar av mycket olika karaktär. Jämte mer lätt sönderdelade ämnen, torde man ha för mikroorganismerna mer svåråtkomliga föreningar såsom pyridin, kinolin och akridin. Enligt SÜCHTING (1925) skulle råhumustäckets kväve huvudsakligen vara av denna senare beskaffenhet.

De viktigaste resultaten i detta kapitel torde kunna sammanfattas på följande sätt:

I luckrare råhumusformer, t. ex. i bestånd med rent moss-täcke eller i växtliga barrskogar, uppkomna efter brand, synes finnas en undertryckt flora av nitrifikationsorganismer, som genom kalkning kan bringas till livlig utveckling.

I råhumustäcket i äldre, oväxtliga barrskogar av *Vaccinium*-typ saknas en sådan flora.

Kvävet i råhumustäcken i skogar av denna typ är hårt bundet; dess mobilisering påverkas föga av kalktillförsel eller infektion med kvävemobiliserande organismer.

Kvävet i luckrare råhumusformer, framförallt i yngre bestånd, kan däremot starkt påverkas av infektion, i synnerhet i förening med kalkning.

Tab. 39. Inverkan av CaCO_3 med eller utan infektionsjord på kvävemobiliseringen i olika råhumustäcken.Einwirkung von CaCO_3 , mit oder ohne Infektion mit Impferde, auf die Stickstoffmobilisierung in verschiedenen Rohhumusdecken.

Humusprov 1		Gram CaCO ₃ pr 50 gram prov										
		0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5
F-skiktet												
pH	efter 2 dagar.....	4,4	4,5	4,8	5,1	6,2	6,0	7,1	—	7,1	—	7,3
pH	» 3 mån.	4,7	5,0	5,6	6,0	6,7	6,5	7,3	—	7,5	—	7,4
pH inf.	» 3 »	5,1	4,4	4,5	4,7	5,2	6,1	7,3	—	7,5	—	7,8
Am-N dir.	» 3 » mg/kg	1385,4	1852,1	1823,4	2078,3	1513,9	1460,3	1134,4	—	866,4	—	242,0
» omr.	» 3 » »	1952,6	2610,4	2570,0	2929,2	2133,8	2058,2	1598,9	—	1221,1	—	341,1
S-N dir.	» 3 » »	spår	0	0	0	0	0	360,0	—	744,0	—	1116,0
» omr.	» 3 » »	spår	0	0	0	0	0	507,4	—	1048,6	—	1572,9
S-N inf. dir.	» 3 » »	48,3	877,5	1177,5	1365,0	1260,0	1500,0	1152,0	—	1062,0	—	1056,0
» omr.	» 3 » »	68,0	1236,8	1659,6	1923,9	1775,9	2114,2	1623,7	—	1496,8	—	1488,4
Inf. jord												
S-N dir.	» 3 » »	377,5	384,4	403,2	409,4	312,6	405,0	420,0	—	481,3	—	506,3
H-skiktet												
pH	efter 2 dagar.....	4,1	4,1	4,3	4,5	5,2	5,2	6,7	7,4	—	7,4	—
pH	» 3 mån.	4,0	4,2	4,4	4,6	5,1	5,8	6,5	7,7	—	8,0	—
pH inf.	» 3 »	4,5	4,6	4,7	4,7	4,6	6,5	6,7	6,6	—	7,0	—
Am-N dir.	» 3 » mg/kg	459,8	622,9	589,0	563,2	386,9	409,0	406,3	213,2	—	193,4	—
» omr.	» 3 » »	627,4	849,9	803,7	768,5	527,9	558,1	554,4	290,9	—	263,9	—
S-N dir.	» 3 » »	spår	1,2	1,1	2,0	3,5	3,5	210,0	185,0	—	160,0	—
» omr.	» 3 » »	spår	1,6	1,5	2,7	4,8	4,8	286,5	252,4	—	218,3	—
S-N inf. dir.	» 3 » »	13,7	33,0	63,8	222,0	697,5	375,0	246,0	240,0	—	174,0	—
» omr.	» 3 » »	18,7	45,0	87,1	302,9	951,7	511,7	335,7	327,5	—	237,4	—
Inf. jord												
S-N dir.	» 3 » »	377,5	384,4	403,2	409,4	312,6	405,0	420,0	521,9	—	443,8	—
Humusprov 2												
F-skiktet												
pH	efter 2 dagar.....	3,9	3,7	4,1	4,5	4,8	5,1	6,6	—	7,4	—	7,6
pH	» 3 mån.	4,0	4,2	4,4	4,4	4,7	5,1	6,0	—	7,3	—	7,6
pH inf.	» 3 »	4,6	4,5	4,5	4,7	5,0	5,5	5,8	—	6,7	—	7,0
Am-N dir.	» 3 » mg/kg	514,1	625,3	430,6	324,4	138,2	173,9	354,7	—	203,4	—	209,8
» omr.	» 3 » »	590,2	717,9	494,4	372,4	158,7	199,7	407,2	—	233,5	—	240,9
S-N dir.	» 3 » »	spår	1,4	1,7	1,8	1,6	1,8	2,4	—	5,4	—	4,8
» omr.	» 3 » »	spår	1,6	2,0	2,1	1,8	2,1	2,8	—	6,2	—	5,5
S-N inf. dir.	» 3 » »	5,4	75,3	108,5	322,0	679,0	556,5	700,0	—	214,2	—	85,4
» omr.	» 3 » »	6,2	86,5	124,6	369,7	779,6	638,9	803,7	—	245,9	—	98,0
Inf. jord												
S-N dir.	» 3 » »	377,5	384,4	403,2	409,4	312,6	405,0	420,0	—	481,3	—	506,3
H-skiktet												
pH	efter 2 dagar.....	4,0	4,0	4,2	4,5	5,0	5,3	6,9	—	7,6	—	7,6
pH	» 3 mån.	3,9	3,9	4,1	4,3	4,8	5,1	5,9	—	7,5	—	7,7
pH inf.	» 3 »	4,4	4,5	4,5	4,7	4,8	5,4	5,6	—	6,7	—	7,2
Am-N dir.	» 3 » mg/kg	368,3	131,6	95,0	158,4	87,7	94,5	261,4	—	97,7	—	168,2
» omr.	» 3 » »	468,9	167,5	120,9	201,7	111,6	120,3	332,8	—	124,4	—	214,1
S-N dir.	» 3 » »	spår	1,2	1,2	1,2	0,8	0,6	2,5	—	3,5	—	3,5
» omr.	» 3 » »	spår	1,5	1,5	1,5	1,0	0,8	3,2	—	4,5	—	4,5
S-N inf. dir.	» 3 » »	1,6	13,2	22,2	18,2	226,3	291,0	53,4	—	13,8	—	5,5
» omr.	» 3 » »	2,0	16,8	28,3	23,2	288,1	370,5	68,0	—	17,6	—	7,0
Inf. jord												
S-N dir.	» 3 » »	377,5	384,4	403,2	409,4	312,6	405,0	420,0	—	481,3	—	506,3

		Gram CaCO ₃ pr 50 gram prov										
		0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5
Humusprov 3												
pH	efter 2 dagar.....	4,2	—	4,3	4,5	5,2	—	7,3	—	7,8	—	—
pH	» 3 mån.	3,7	—	3,7	4,3	4,4	—	6,2	—	6,8	—	—
Am-N dir.	» 3 » mg/kg	208,7	—	156,6	186,3	231,0	—	216,3	—	134,1	—	—
» omr.	» 3 » »	533,0	—	400,0	475,9	590,0	—	552,5	—	342,5	—	—
S-N dir.	» 3 » »	0,6	—	0,6	1,4	1,1	—	2,8	—	5,6	—	—
» omr.	» 3 » »	1,5	—	1,5	3,6	2,8	—	7,2	—	14,3	—	—
S-N inf.dir.	» 3 » »	106,4	—	84,0	1,7	2,0	—	89,6	—	145,6	—	—
» omr.	» 3 » »	271,8	—	214,6	4,3	5,1	—	228,9	—	371,9	—	—
Inf. jord												
S-N dir.	» 3 » »	1170,0	—	1050,0	1800,0	1320,0	—	1560,0	—	—	—	—
Humusprov 4												
pH	efter 2 dagar.....	5,1	—	5,7	—	7,3	—	7,8	—	—	—	—
pH	» 3 mån.	6,0	—	6,1	—	6,6	—	6,3	—	—	—	—
Am-N dir.	» 3 » mg/kg	3222,0	—	2521,0	—	2080,0	—	138,2	—	—	—	—
» omr.	» 3 » »	5449,0	—	4263,5	—	3517,7	—	233,7	—	—	—	—
S-N dir.	» 3 » »	12,5	—	22,4	—	264,0	—	1387,0	—	—	—	—
» omr.	» 3 » »	21,1	—	37,9	—	446,5	—	2345,7	—	—	—	—
S-N inf.dir.	» 3 » »	1008,0	—	1320,0	—	2160,0	—	2160,0	—	—	—	—
» omr.	» 3 » »	1704,7	—	2232,4	—	3653,0	—	3653,0	—	—	—	—
Inf. jord												
S-N dir.	» 3 » »	672,0	—	624,0	—	735,0	—	864,9	—	—	—	—
Humusprov 5												
pH	efter 2 dagar.....	5,1	—	5,3	6,1	6,9	—	7,4	—	7,8	—	—
pH	» 3 mån.	5,3	—	5,1	5,5	6,0	—	6,5	—	7,3	—	—
Am-N dir.	» 3 » mg/kg	1039,0	—	633,1	495,5	103,3	—	109,8	—	89,3	—	—
» omr.	» 3 » »	1585,0	—	966,0	756,0	157,6	—	167,5	—	136,3	—	—
S-N dir.	» 3 » »	79,2	—	348,0	408,0	840,0	—	1008,0	—	1200,0	—	—
» omr.	» 3 » »	120,8	—	531,0	622,5	1281,7	—	1538,0	—	1830,9	—	—
S-N inf.dir.	» 3 » »	1176,0	—	1056,0	1140,0	1230,0	—	1470,0	—	3360,0	—	—
» omr.	» 3 » »	1794,3	—	1611,2	1739,4	1876,7	—	2242,9	—	5126,6	—	—
Inf. jord												
S-N dir.	» 3 » »	1170,0	—	1050,0	1800,0	1320,0	—	1560,0	—	—	—	—

Tab. 40. Ursprunglig halt av Am-N, S-N samt CaO_{ass} och glödförlust hos i tab. 39 använda prov.Ursprünglicher Gehalt an Am-N, S-N, CaO_{ass} und Humus (Glühverlust) der in Tab. 39 erwähnten Proben.

		Urspr. Am-N mg/kg	Urspr. S-N mg/kg	CaO _{ass} %	Glödförlust %
<i>Humusprov 1</i>					
F-skiktet	dir.	133,1	spår	0,71	70,95
	omr.	187,6	spår	1,00	—
H-skiktet	dir.	0	spår	0,62	73,29
	omr.	0	spår	0,85	—
<i>Humusprov 2</i>					
F-skiktet	dir.	192,6	spår	0,53	87,10
	omr.	221,1	spår	0,61	—
H-skiktet	dir.	0	1,2	0,53	78,55
	omr.	0	1,5	0,67	—
<i>Humusprov 3</i>					
.....	dir.	—	—	0,53	39,15
	omr.	—	—	1,35	—
<i>Humusprov 4</i>					
.....	dir.	—	—	0,41	59,13
	omr.	—	—	0,69	—
<i>Humusprov 5</i>					
.....	dir.	—	—	1,09	65,54
	omr.	—	—	1,66	—

KAP. XIV. Översikt av undersökningarnas resultat.

1. Förnamaterialets, klimatets och det geologiska underlagets inverkan på humusbildningen i barrskogen.

En fullt klargörande diskussion av dessa frågor är för närvarande ej möjlig, bl. a. av den anledningen, att vår kännedom om humusämnenas natur är alltför ofullständig och osäker. Här befinner man sig på ett av den organiska kemiens svåraste och mest komplicerade områden. Det observationsmaterial, för vilket redogjorts i föregående kapitel, ger dock anledning till att diskutera vissa resultat av större betydelse.

Först och främst synes det mig vara av vikt att framhålla den stora roll, som förnans egenskaper ha för humustäcket. Dess reaktionstal och dess halt av basiska och sura buffertämnen utöva tydligen ett mycket stort inflytande på humustäckets beskaffenhet. Skarpast framträder nog detta inflytande i den nordiska barrskogen, där humuslagret bildar ett täcke eller skikt på marken, som endast i ringa grad genom insekters och maskars verksamhet blandas med den underliggande mineraljorden. Markens direkta, kemiska inverkan blir i dessa skogar ytterligare förminskad genom att i den podsolerade marken det översta skiktet i mineraljorden genom vittringsprocessernas förlopp blivit särskilt fattigt på lösliga baser. En basrik, framförallt kalkrik mineraljord kan nämligen annars verka såsom en buffert, neutraliserande de vid förnamaterialets förmultning bildade sura humusämnena. I sin avhandling om berggrundens inflytande på skogsmarken indelar TAMM (1921) de olika bergarterna med hänsyn till deras kalkverkan och har härvid otvivelaktigt framhållit den betydelsefullaste kemiska egenskapen hos berggrunden vid skogsmarksbildningen i ett humitt klimat. Ju starkare kalkverkan är, dess större möjligheter föreligga för att sönderdelningsprodukterna av barrskogens sura förnamaterial blir mer eller mindre neutraliserat. Men härvidlag spelar topografien en viktig roll. Den lösta kalken föres nedåt till sluttningarnas bas och det blir framförallt de av ett rörligt grundvatten påverkade markerna, som influeras av markens kalkhalt. Särskilt stark blir naturligtvis inverkan i de egentliga kalktrakterna eller där moränen är bemängd med siluriska kalkstenar. I östra Jämtland, Bodsjö, Revsunds och Bräcke socknar, är humustäcket i den rena barrskogen på lägre nivåer ofta rent mullartat med reaktionstal, som närma sig neutralpunkten (se sid. 445, 448, 447). Även ett till konsistensen ganska typiskt råhumustäcke kan i dessa trakter ha ett jämförelsevis högt reaktionstal, väl förklarligt genom en för ett råhumustäcke ovanligt hög halt av

assimilerbar kalk (se t. ex. tallskogen vid Bräcke, skogarna på höjderna kring Bodsjö). Det vatten, som genomfuktat dessa skogsmarker, framförallt på lägre nivåer, visar ofta en stor halt av löst kalk. Hösten 1921, då dessa trakter besöktes, insamlades i grävda gropar eller i smärre sänkor i marken några vattenprov, vars kalkhalt sedermera bestämdes på försöksanstalten av ingenjör K. LUNDBLAD. Ett vid Skurun i Bodsjö sn i skogsmarken taget vattenprov innehöll per liter 16,7 mg CaO, ett vid Stavre i Revsunds sn 45,4 mg och ett annat i samma trakt 73,9 mg. Detta är mycket höga värden, när man jämför dem med vattnets kalkhalt i kalkfattiga trakter. Enligt MALMSTRÖMS undersökningar (1923, sid. 68) varierar källvattnets kalkhalt i Kulbäckslidens försökspark från 2,8 till 5,0 mg CaO per liter och bäckvattnets från 2,0—3,0 mg per liter. Enligt LUNDBLADS undersökningar (1926) har källvattnet i Siljansfors försökspark en kalkhalt från 2,9—6,1 mg per liter, bäckvattnet halter från 2,4—6,8 mg per liter och sjöarnas vatten från 2,0—2,4 mg per liter. Men även när kalkhalterna äro så låga som i Siljansfors kan en gynnsam topografi skapa betingelser för en i viss mån kalkbetonad vegetation, jag menar skogarna av *Anemone hepatica*-typ. De lokaler, där denna skogstyp uppträder i Siljansfors, äro så belägna, att markytan eller de översta markskikten vid högt vattenstånd genomfuktas av rörligt genomsipprande vatten. Humustäcket blir mullartat, reaktionstalet är ganska högt, $p_H = 5,0$, och halten av assimilerbar kalk uppgår i genomsnitt till 1,46 % av glödförlusten eller humushalten. Nitrifikationen är ofta livlig och skogens produktion hög. Även de av bäckarnas vatten påverkade skogar ha en mera kalkrik humus, omkring Stickosälsbäcken ända till 2,74 % av glödförlusten. Reaktionstalet, p_H , ligger omkring 5,5, salpeterbildningen når mycket höga belopp. Andra av rinnande vatten påverkade skogssamhällen i Siljansfors äro de örtrika gransumpskogarna, som förekomma omkring avflödet från källorna. Reaktionstalet i humustäcket är 4,9—5,5, halten assimilerbar kalk 1,77—3,06 % och en avsevärd nitrifikation förekommer i humuslagret.

Ett av Siljansfors försöksparks produktionskraftigaste områden, den s. k. blädningstrakten söder om järnvägen, hör också till de av genomrinnande vatten påverkade områdena (jmf sid. 426). Reaktionstalen ligga mellan p_H 4,6 och 4,8, vid föryngringshuggning ökas kraftigt nitrifikationen i humustäcket, naturlig föryngring är lätt att frambringa. I markens fuktighet och den livliga kvävemobiliseringen har man stora förutsättningar för att blädningsförsöket skall föra till ett gott resultat.

En vegetationskarta över Siljansfors försökspark ger en god föreställning om topografiens inverkan på humusbildningen. En sådan växt som *Anemone nemorosa* visar sig i sin utbredning följa vissa stråk eller

linjer och dessa äro just de banor, som vattnet tar i skogsmarken. Liknande, om ej fullt så vackra exempel på topografiens inverkan på humusbildningen, företer Kulbäckslidens försökspark. Det är de något fuktiga sluttningarna, som äro klädda med skogar av *Dryopteris*-typ, sänkor eller stråk med mera genomrinnande vatten av skogar med *Geranium silvaticum*. Topografiens inflytande på humusbildningen gör sig starkare gällande i norra än i södra och mellersta Sverige. Sådana som ledväxter för bedömande av skogsmarkens beskaffenhet viktiga arter som *Anemone nemorosa*, *Anemone hepatica* och *Oxalis acetosella* äro i södra och mellersta Sverige tämligen oberoende av topografien i sitt uppträdande, de förekomma även på tämligen torr mark. I norra Sverige blir deras förekomst, möjligen med undantag för starkt kalkhaltiga områden, begränsat till av rinnande vatten genomfuktade marker; detta gäller i synnerhet *Anemone*-arterna. Här har man en i växtgeografiskt hänseende intressant och viktig olikhet mellan vegetationen i norra Sverige och den i södra och mellersta delarna av landet. Olikheten torde sammanhånga med den i norra Sverige starkare podsoleringen av marken och därmed sammanhängande starkare uttvättning av de översta markskikten. Det rinnande vattnet med sin låga halt av elektrolyter, framförallt kalksalter, påverkar emellertid humustäckets i gynnsam riktning, så att man i Norrland lokalt får marktyper av mera sydlig karaktär.

Klimatets roll för humusbildningen framträder därför renast på kalkfattig mark, som ej påverkas av utmed markytan eller i dess närhet framsippande vatten, utan där vattenrörelsen huvudsakligen går vertikalt ner i marken, således där klimatet, men ej topografien kommer att reglera uttvättningen. Jämför man då med varandra i topografiskt hänseende någorlunda likvärda lokaler inom mitt undersökningsområde, t. ex. skogsmarkerna i Schwarzwald, Bärenthoren, södra, mellersta och norra Sverige, framträder en märklig överensstämmelse i avseende på humustäckets reaktionstal samt halt av sura och basiska buffertämnen, men däremot skillnader i avseende på kvävemobiliseringens livlighet. Det är förnamaterialets beskaffenhet, som bestämmer de förra egenskaperna, klimatet, framförallt temperaturen inverkar däremot på den senare. Mellan de ganska mäktiga och sega råhumustäckena i Norrlands gamla gran-skogar och de tunna och luckra humustäckena i Schwarzwalds barrskogar eller i mellersta Sverige är överensstämmelsen i avseende på reaktionstal och halterna av buffertämnen påfallande; man känner igen förnamaterialets egenskaper. Vid förmultningens början mobiliseras de lättare avspaltbara kväveföreningarna och överföras i ammoniak eller något salpeter, men när förmultningen fortskridit till ett visst stadium, såsom i humusämneskittet, återstå endast de mera svåråtkomliga, kväveföreningarna (se kap. XIII, 3).

Man får av hela förloppet det intrycket att humusbildningen i ett dylikt humustäcke i huvudsak är fortsättningen på de omvandlingsprocesser, som börjat i det vissnande bladet och att skillnaden mellan de mera tunna luckra humustäckena och de sega, mäktiga väsentligen ligger i den hastighet, varmed sönderdelningsprocessen fortgår, mindre i några avgörande kemiska olikheter. Det är naturligtvis ej möjligt att på det föreliggande observationsmaterialet och med vår nuvarande kännedom om humusämnenas natur bestämt yttra sig i denna fråga. Får man, vilket är mycket möjligt och sannolikt, betrakta förnamaterialet såsom ägande acidoid natur (jmf. MICHAELIS 1922, sid. 206—209, PAGE 1926 a), ligger kanske hela humusbildningen i det av mineraljorden opåverkade humustäcket däruti, att de av acidoiden bundna metalliska kationerna alltmer ersättas av väteioner, vilket kan ske enbart genom inverkan av vatten. En sådan uppfattning om humusämnenas natur tillåter också, såsom PAGE (l. c.) framhåller, en enhetlig förklaring till de av KAPPEN (1917, 1920) uppställda olika formerna av markens aciditet. Teorien om humusämnenas natur kommer också att påverka vår uppfattning om humusextraktens beskaffenhet. I den mån som de av de komplexa humusämnena bundna metalliska kationerna ersättas av väteioner växer deras tendens till att uttvättas, varigenom podsoleringen av mineraljorden påskyndas. En sådan uppfattning utesluter emellertid ej tanken på att en bildning av verkliga syror samtidigt äger rum vid förmultningen. Förnamaterialet har ju i kemiskt hänseende ej någon homogen natur, utan består av ämnen av växlande beskaffenhet, som på olika sätt kunna nedbrytas. Jag kan ej i detta sammanhang närmare ingå på dessa frågor, utan får för tillfället hänvisa till de citerade arbetena av MICHAELIS, PAGE (1926 b) och de av den sistnämnda refererade arbetena av ryssen GEDROIZ. Jag torde emellertid få tillfälle att snart återkomma till frågan i ett annat sammanhang.

Emellertid visa mina liksom KAPPENS (1917) undersökningar att den naturligaste förklaringen till barrskogens sura humustäcke ligger i förnamaterialets beskaffenhet. Teorien om en av luftbrist i råhumustäcket förorsakad förruttnelse, som ger upphov till syror, till skillnad från den under luftens fria tillträde försiggående förmultningen, finner jag både onödig och utan stöd av observationer. ROMELLS noggranna luftanalyser (1922) visa att råhumustäcket i den nordiska barrskogen, även ett tjockt och mäktigt, liksom underliggande mark i regel är väl så genomluftat som mulljorden. Någon syrebrist i normala, ej försumpade råhumusmarker kunde ROMELL ej påvisa. Vad som bestämmer råhumustäckets karaktär i barrskogen blir sålunda närmast den hastighet, varmed sönderdelningen av det organiska avfallet pågår. Här spelar kli-

matet sin stora roll. I de väl slutna gran- och silvergranskogarna på Schwarzwald är humustäcket tunt och luckert (se fig. 48), sönderdelningen av det organiska avfallet är livlig. I de oförsiktigt utglesade bestånden utbildas dock liksom i våra nordiska barrskogar ett svårartat råhumustäcke (se fig. 47) och på de öppna hyggena når blåbärsriset eller ljungen en mäktig utveckling. Vad särskilt blåbärsriset beträffar, finnes mellan Schwarzwald och Norrland en beaktansvärd skillnad. Ett av de bästa sätten att omvandla råhumustäcket i de gamla genomblådade granskogarna i Norrland är kalhygget. På hygget försvinner blåbärs- och lingonriset, mossorna dö och det tjocka råhumustäcket börjar förvandlas. När man i Schwarzwald på de mer öppna hyggena ser hur frodigt blåbärsriset blir, förstår man väl de sydtyska skogsmännens uppfattning om kalhygget som råhumusbildare. Men mellan Schwarzwald och Norrland finnes en stor skillnad i klimatiskt hänseende. Schwarzwald har ett atlantiskt betonat klimat, vilket bl. a. vegetationen visar (se t. ex. OLTMANNS 1922, TROLL 1925). Nederbörden är betydande, 1000—1200 mm. Norrland har ett mera kontinentalt klimat, sommartemperaturen kan vara ganska hög, samtidigt som nederbörden är tillräckligt stor för att underhålla en livlig förmultning på hyggena. I nordlut, framförallt på någon höjd över havet såsom 300—400 m i övre Ångermanland, blir dock ej temperaturen tillräckligt hög för att påskynda råhumustäckets förmultning på hyggena. På sådana lokaler fordras ingrepp av annan art för att omvandla humustäcket i gynnsam riktning, t. ex. bränning eller markbearbetning. Kan ett kalhygge i ett mycket nederbördsrikt klimat bidra till uppkomsten av ett råhumustäcke, kan å andra sidan i ett alltför torrt följden bli densamma. Humustäcket torkas för mycket ut i ytan. Har man att göra med en mull, försvinner eller avtar den markfauna, som spelar en roll för mullbildningen, som härigenom förlorar en av sina viktigaste förutsättningar. Finnes redan i det slutna beståndet ett råhumustäcke, kan detta å hygget torka upp så mycket, att sönderdelningsprocesserna hämmas. Här kan sålunda den av WIEDEMANN (1924) och EHRENBORG (1922) företrädde uppfattningen ha sitt berättigande. Humustäckets reaktion gent emot en viss skoglig åtgärd måste enligt sakens natur gestalta sig olika under olika klimatiska förhållanden, en sak, som icke kan nog kraftigt betonas.

Mellan det tunna och mera luckra humustäcket, sådant det t. ex. utbildas i Schwarzwalds välslutna gran- och silvergranskogar eller i våra mellansvenska skogar, och de lika eller mindre sura, men tjockare råhumustäckena i Norrland föreligger en olikhet i avseende på deras inverkan på marken. De senare verka synbarligen starkare podsolerande. Enligt TAMM (1920) står blekjordens mäktighet i relation till humus-

täckets. Då emellertid det humusalstrande växtavfallet i den mellan-europeiska och mellansvenska barrskogen är väl så rikligt — i själva verket torde det vara vida rikligare — än i den norrländska och humustäckena äro ungefär lika sura och procentiskt sett lika rika på sura buffertämnen, bör den omtalade skillnaden i humustäckenas inverkan på marken sökas i de sura buffertämnenas vidare öden. Under ett gynnsamt klimat torde dessa lättare oxideras till kolsyra och vatten, medan under ett mera humitt och kyligt en större del av dem gå i lösning. Även de sura humusämnen äro oxiderbara. Bekant är deras stora förmåga att mer eller mindre fullständigt beröva ett stillastående vatten dess luftsyre (se t. ex. HESSELMAN 1910). I bokråhumus har LUNDEGÅRDH (1921) och ROMELL (1922) iakttagit en livlig kolsyrebildning och vid skogs-försöksanstalten har den senare vid sina ännu ej publicerade undersökningar funnit en mycket livlig kolsyreallstring hos råhumus i tallskogar av *Vaccinium*-typ. Vid högre temperatur blir kolsyreallstringen livligare och en mindre del av de sura, lösliga humusämnen komma att påverka marken. Naturligtvis spelar även själva uttvättningen sin roll. Ju större nederbördsmängder, som passera marken på väg ned mot grundvattensnivån, dess starkare blir uttvättningen. Här har man då inverkan av klimatets humiditet. En granskning av de faktorer, som pläga användas för att uttrycka klimatets humiditet, visar emellertid att vårt land, åtminstone inom stora delar, ej har något utpräglat humitt klimat (HESSELMAN 1924). Temperaturen måste därför även direkt spela en roll för podsoleringen. Genom den relativt låga sommartemperaturen kommer framför allt i landets nordliga delar en mindre del av barrskogens sura buffertämnen att oxideras och en större del att påverka marken än vad fallet är i varmare länder med samma grad av humiditet i klimatet. Temperaturen spelar härigenom en direkt roll för podsoleringen i vårt lands skogsmarker (jmf HESSELMAN 1924).

Med den här av mig framställda uppfattningen angående orsakerna till barrskogens sura humustäcke är dess reaktion och stora halt av sura buffertämnen en naturlig följd av förnamaterialets speciella natur. Det är icke någon genom abnorma processer i marken framkallad surhetsgrad. Om humustäcket blir tunt, luckert, mårartat eller tjockt, segt, utbildat som ett föryngringen och skogens tillväxt besvärande eller hämmande råhumustäcke beror på den hastighet, varmed förnamaterialet sönderdelas. Humustäckets podsolerande verkan beror av de vattenmängder, som passera detsamma och sjunka ned i marken, och av den hastighet, varmed de sura buffertämnen oxideras och övergå till kolsyra och vatten. Ju större vattenmängder, som passera humustäcket, dess starkare blir podsoleringen, medan oxidationen av de sura ämnena motverkar denna process.

Men all sur reaktion i marken är sannolikt icke av samma natur. Även ett i och för sig mindre surt förnamaterial kan ge anledning till sura råhumusformer. Vi vilja något diskutera detta i följande kapitel.

2. Beståndssammansättningens inverkan på humustäcket.

Så skarpt som jag i föregående avdelning betonat den roll, som förnamaterialet har för humustäcket, måste man vänta att en förändring i beståndets sammansättning medför en förändring i humustäcket. Den föregående undersökningen torde ha visat att så i hög grad är fallet i den nordiska barrskogen med dess inslag av björk, asp, sälg eller andra lövträd.

Reaktionstal samt halt av sura och basiska buffertämnen i det mer eller mindre råhumusartade humustäcket påverkas starkt. Men även när man har att göra med mera luckra, mullartade humusformer märkes förnamaterialets inflytande. NĚMEC & KVAPIL (1925) ha i ett nyligen utgivet arbete om relationen mellan skogsmarkens fysikaliska egenskaper och dess reaktionstal påvisat att reaktionstalet stiger, d. v. s. jorden bliver mindre sur, med jordens stigande luftkapacitet. Hur nu detta samband skall förklaras, gå de nämnda författarna ej närmare in på; de synas vilja sätta det i direkt samband med att minskat lufttillträde har till följd, att mera syror alstras vid det organiska avfallets förmultning. Man kan dock tänka sig andra orsaker. En större luftkapacitet förorsakas av en livligare omblandning av humusämnen och mineraljord, härigenom kan halten sura ämnen rent mekaniskt minskas. Det kan ock vara de kalkrikare, sålunda de i och för sig mindre sura jordarna, som överföras i det luckraste tillståndet, d. v. s. som få den största luftkapaciteten. Det må vara hur det vill med den saken, av intresse i detta sammanhang är att om man jämför med varandra jordar med samma luftkapacitet, t. ex. omkring 20 à 25 %, marken under gran har ett p_H av 4,8—5,2, under tall omkring 5,0, under bok omkring 5,8, under ask omkring 6 och under ek omkring 5,0. Reaktionstalen för jorden stå inbördes i ungefär samma ordning som reaktionstalen enligt mina undersökningar för förnorna. Barrträden ha den suraste marken, eken, som har en surare förna än bok och ask, har ock en surare mark än dessa lövträd.

Även ett föga surt förnamaterial kan emellertid som bekant ge upphov till ett surt reagerande humustäcke. Ett exempel härpå erbjuder bokråhumus. ROMELL (1922) har på Hallandsås undersökt genomluftningen i ett dylikt 2 dm tjockt humustäcke och funnit den mycket god. Man får därför tänka sig att även ett dylikt surt råhumustäcke kan uppkomma endast genom hämmad förmultning. Ju långsammare förmultningen och ju starkare uttvättningen är, desto fullständigare böra metall-

ionerna i humuslagret ersättas av väteioner. De basiska buffertämnen minskas och de sura tilltaga i mängd. Prov av bokråhumus från Bärenthoren, som jag undersökt, har visat sig rikt på sura, men fattiga på basiska buffertämnen. För att ett surt humustäcke på detta sätt skall uppstå av ett föga surt och jämförelsevis basrikt förnamaterial fordras emellertid stark uttvättning eller långsam förmultning eller helst båda faktorerna i förening.

Det är dock ej osannolikt, att en hämmad genomluftning kan påverka reaktionstalet och halten av sura ämnen. Vid hämmad lufttillförsel kunna syror eller sura ämnen uppstå av annan natur än de, som bildas vid en sur förnas normala förmultning. En dylik syrebildning behöver ej ge upphov till några abnorma eller ovanliga reaktionstal, då marken är rik på buffertämnen. De bildade anionerna kunna dock vara av en helt annan natur än de som uppstå vid en normal förmultning.

I de täta, sammanvävda barmassor, som man kan se betäcka marken i tätt slutna kulturgranskogar, kunna på grund av luftbrist sannolikt uppstå syror eller surt reagerande ämnen av annan natur än de, som utmärka granbarrens normala sönderdelning.

Ett exempel på en dylik syrebildning torde man också ha i det abnormt mäktiga råhumustäcket på Suodasholmen i Hornavan (se sid. 495). Reaktionstalet är 3,5 eller 3,6, sålunda ej något abnormt, men halten sura buffertämnen mycket stor. I titreringskurvan ligger HCl-linjen till vänster om KCl-linjen, visande att i humustäcket fria väteioner adderas till saltsyrans.

För att få en verklig inblick i arten av olika råhumusformer och deras inverkan på bestånd, mark och föryngring, synes man mig böra skarpt skilja på olika former av sura humustäcken. Ett på grund av förnamaterialets beskaffenhet surt humustäcke kan säkerligen ha helt väsentligt andra egenskaper än ett sådant, vars sura ämnen uppstå genom olämplig eller starkt förlångsammat förmultning. De skandinaviska naturbarrskogarna på kalkfri grund ha i huvudsak ett humustäcke av den förra arten, många kulturskogars sura humustäcke torde däremot vara av det senare slaget. För en djupare förståelse av hela humusproblemet i skogen torde det vara av mycket stor betydelse att skilja på dessa olika slag av humustäcken. Ett fullt klagörande av dessa frågor förutsätter emellertid en djupare och klarare kännedom om humusämnena än som för närvarande står oss till buds. Men genom noggranna fältstudier och genom jämförelser i olika bestånd mellan förnamaterialets och humustäckets beskaffenhet kan säkerligen åtskilligt vinnas.

Som en särskilt intressant och viktig uppgift vill jag även framhålla betydelsen av att närmare utreda de starkt sura mullformernas natur.

De utmärka sig bl. a. genom en ofta livlig nitrifikation (se t. ex. WEIS). Även hela mullbildningsförloppet beroende av förnamaterialet vore av mycket stort intresse att utreda. Genom att mina undersökningar huvudsakligen varit förlagda till barrskogar av nordisk typ, har denna fråga för mig legat mera i bakgrunden. De mullbildande förnorna av de ädla lövträden kunna visserligen vara sura (t. ex. ekbladen), men de äro rika på basiska buffertämnen. För övrigt vore det också av vikt att veta hur den av maskarna ombesörjda koprofieringen av förnamaterialet inverkar på buffertämnena. Mullen är som visats vanligen fattig på buffertämnen.

3. Skogstypernas skogliga betydelse.

I min föregående skildring har jag i stor utsträckning begagnat mig av markvegetationens beskaffenhet för att karakterisera de undersökta skogarna och med ledning av vegetationen uppställt olika typer. Här har jag följt den gamla tradition i svensk skogsbiologisk forskning, vilken man kan spåra redan på 1880-talet i ÖRTENBLADS undersökningar och som grundlagts och utvecklats av LUNDSTRÖM, SERNANDER, HÖGBOM, ALB. NILSSON m. fl. och som redan från första början utgjort en ledande synpunkt vid skogsförsöksanstaltens arbeten. År 1909 framlade CAJANDER sitt bekanta arbete om skogstyperna, vari han tog till orda för att använda dem såsom boniteringsenheter. Han menade att man genom att lägga skogstyperna som grundlag vid boniteringen skulle skapa för alla trädslag gemensamma och naturliga bonitetsklasser, varigenom en jämförelse mellan olika trädarters räntabilitet på olika marker bättre skulle kunna företagas. Detta vore otvivelaktigt ett stort mål att arbeta för. Förslaget att använda skogstyperna för att beteckna olika bonitetsklasser har emellertid varken försöksanstalten eller svenska skogsmän eljest kunnat acceptera och detta av flera anledningar. Redan med den begränsning av de olika skogstyperna, som CAJANDER använde i sin första avhandling, finner man inom en och samma skogstyp och inom samma ganska begränsade skogsområde (t. ex. Evois kronopark) en stark variation med hänsyn till beståndens tillväxt och de olika typerna gripa i detta avseende starkt in i varandras variationsområde. Samma resultat erhöles vid taxeringen av Värmlands läns skogar 1914, där olika skogstyper urskildes och där samtidigt en bonitering ägde rum genom iakttagelser över trädens höjdtillväxt. I princip erhöles här samma resultat som CAJANDER framlade i sin första bok: stor variation inom en och samma typ med hänsyn till trädens tillväxt men skillnader i avseende på den genomsnittliga tillväxten. En bonitering på grundval av skogstypen måste därför, när den tillämpas på en viss skog eller ett visst mindre

område, leda till mycket osäkra resultat. Man kan ju därstädes ha övervägande plus- eller minusvarianter av typen i fråga. Med kännedom om typernas genomsnittliga produktionsförmåga inom ett bestämt område kan man naturligtvis med en sådan boniteringsmetod ange för området giltiga genomsnittsvärden men för de enskilda bestånden erhålles en osäkrare bonitering än vid bonitering, grundad på trädens tillväxt. Skall en bonitering efter CAJANDERS principer ha större praktiskt värde böra områdena ej vara synnerligen stora. Man behöver endast tänka på sådana allmänna typer som CAJANDERS *Myrtillus*-typ eller *Oxalis-Myrtillus*-typ, till vilka två typer huvudparten av Sveriges granskogar hör. Dessa typers produktion växlar starkt inom ett så stort land som vårt, där klimatet varierar med höjden över havet, med breddgraden eller med avståndet från hav och sjöar. För hela landet giltiga genomsnittsvärden å dessa typers produktionsförmåga ha sålunda endast ett allmänt statistiskt värde.

Det synes mig också, att man i Finland, där under CAJANDERS energiska ledning skogstyperna införts som boniteringsmedel, ej heller förmått övervinna de svårigheter, som en dylik boniteringsmetod medför. Av ILVESSALOS (1922) undersökningar framgår att även såsom de finska skogsmännen begränsa typerna variationen i produktion är stor och att typerna utan gräns flyta över i varandra. CAJANDER (1923, sid. 8) själv måste ock medge, att benämningen av skogstyperna med hänsyn till vegetationen lätt blir vilseledande, då skogar av *Myrtillus*-typ med hänsyn till markbetäckningen starkt kunna avvika från *Myrtillus*-typen eller att t. ex. karaktärsväxten *Oxalis acetosella* saknas i *Oxalis-Myrtillus*-typen. Då man dessutom (se CAJANDER & ILVESSALO 1921, sid. 70) förordar att den med namn efter vegetationen uppkallade bonitetstypen bestämmes efter trädens tillväxt och t. o. m. uttalar att de taxatoriska synpunkterna i framtiden sannolikt bli avgörande för en typindelning, baserad på vegetationen, har man gått i en för klart vetenskapligt tänkande farlig cirkelgång; finnes ett strängare samband mellan skogstillväxt och markvegetation är förfaringssättet onödigt, finns det ej ett sådant samband är det förkastligt. Med hänsyn till vad vi för närvarande veta, kan jag ej finna annat än att det enda riktiga är att benämna bonitetsklasserna med siffror, åsyftande en viss produktion, och att i fältet urskilja de olika bonitetsklasserna med hänsyn till trädens växt och med hjälp av den ledning, som vegetationen kan ge. En benämning av bonitetsklasserna efter vegetationen ger enligt mitt förmenande ett för den skogsbiologiska forskningens utveckling farligt sken av ett intimare samband mellan markbetäckning och trädens tillväxt än som motsvarar forskningens nuvarande ståndpunkt. Ett annat skäl, som

gör de CAJANDERSka skogstyperna olämpliga som bonitetstyper, är att boniteten resp. skogstypen betraktas som oberoende av trädslaget. Härmed sammanhänger frågan om beståndets inverkan på undervegetationen. CAJANDER är som bekant av den uppfattningen, att trädets inverkan är ringa eller av mera underordnad betydelse. Då skogstypen bestämmes enbart efter markvegetationen, kan man lätt med en dylik utgångspunkt råka in i en »circulus in demonstrando». De olikheter, som finnas mellan bestånd av olika trädslag i avseende på vegetationen, förklaras bero ej på trädens inverkan, utan på att man har att göra med olika skogstyper. Skall saken klart kunna avgöras, fordras dock att man undersöker markvegetationen i bestånd av olika trädslag, men på marker, som i avseende på exposition, geologisk beskaffenhet, vattentillgång etc. äro så lika varandra som möjligt. Även om våra tre nordiska trädslag, tall, gran och björk, åtminstone i norra Sverige ej utöva någon mer påfallande inverkan på våra barrskogars artfattiga markvegetation, så visa dock ILVESSALOS (1922) undersökningar att granen genom sin starkare beskuggning ur markbetäckningen utesluter flera arter. Vad de ädla lövträden beträffar, såsom ek, bok, lind, alm, ställer sig nog saken annorlunda. Även om man bör överge tanken på vissa ständiga följeväxter åt vissa trädslag, är saken ganska invecklad. LINKOLA (1924), som studerat skogstyperna i Schweiz och för dem vill tilllämpa CAJANDERS uppfattning, har dock, såvitt jag kan finna, ej påvisat annat, än att beståndets inverkan på markvegetationen gestaltar sig olika på olika marker, vilket i och för sig ej är något förvånande. RUBNERS undersökningar av urskogarna i Bialowics tala dock starkt för att beståndet såsom sådant influerar på markvegetationen (RUBNER, 1925, sid. 293) och finländaren WIDAR BRENNER (1922), som samtidigt är botanist och markforskare, har för finska skogar påvisat trädslagets inverkan på markvegetationen. Men även när markvegetationen ej influeras av olika trädslag, kan dock markens produktionsförmåga påverkas. Detta erkännes även av den finska skolans anhängare, såsom framgår av den intressanta utredning, som CAJANDERS egen lärjunge YRJÖ ILVESSALO (1923) lämnat över korrelationen mellan skogsbeståndens tillväxt och markens egenskaper. Han säger i detta arbete (sid. 3—4), att skogsbeståndet inverkar desto gynnsammare på marken, ju yppigare det växer, i det att det ur djupare markskikt upptager det näringsförande (mineralstofführende) grundvattnet och på marken avlagrar förna (Waldstreu), vid vars sönderdelning de kväveassimilerande organismerna föröka markens kväveförråd. Här har man givit ett klart uttalande om sambandet mellan bestånd och markbeskaffenhet, som helt sammanfaller med min uppfattning. Då rötterna av olika trädslag gå olika djupt och ha en förna av

olika beskaffenhet, komma olika trädarter att på ett olika sätt påverka marken. Härmed är den verkliga grunden för en av trädslaget oberoende skogstypsindelning som grundlag för bonitetstyper ohållbar från vetenskaplig synpunkt med undantag för sådana områden, där någon trädslagsväxling ej förekommit och där utvecklingen ej hämmats genom avstannad förmultning i humustäcket. I vårt land äro dock dylika områden ganska begränsade; avverkningar och skogseldar ha gripit in i trädslagsfördelningen och även under fullt naturliga förhållanden kan förmultningen i humustäcket avstanna.

Trädbeståndet och dess skötsel påverka i många avseenden marken, genom förnaavfallets beskaffenhet, genom att influera på markens avdunstning, temperatur och djurliv. Bestånd och mark stå i en viss relation till varandra. Beroende på markens geologiska beskaffenhet, vattentillgång, klimatet etc. kan beståndets inverkan gestalta sig olika, ibland gör sig dess inverkan starkare, ibland svagare gällande. För en rationell skogsvård är det emellertid av största vikt att söka utreda denna samverkan.

CAJANDERS skogstypslära, som blivit mycket beaktad i den utländska skogslitteraturen, har dock ej vunnit några anhängare, när det gäller användningen av skogstyperna som boniteringsenheter. RUBNER (1925), som ägnat frågan ett intresserat studium, kan för Tysklands del ej acceptera densamma, framförallt med anledning av att man där haft en växling på samma mark av olika trädslag; han betecknar den för sin del såsom vilseledande för alla barrskogar, där marken förut varit bevuxen med lövskog. CAJANDER (1923, sid. 7) talar visserligen om modifikationer av en skogstyp på grund av inverkan av en viss trädart, t. ex. granen, men då dessa modifikationer kunna bestå i tiotal eller hundratals år, har man bra litet glädje av en bonitering på skogstypslärans grund för att icke tala om den svårighet och osäkerhet, som det vållar att i praktiken återkonstruera marken till den ej modifierade skogstypen. Här måste de subjektiva synpunkterna lätt göra sig gällande på de objektivas bekostnad. Liknande åsikter hysas av LEININGEN (1922) HARTMANN (1923) och KRAUSS (1924). WIEDEMANN (1924) uttalar sig för de CAJANDERSKA skogstyperna, men hans undersökningar över omställningen i humustäcket, som helt ansluta sig till mina egna, antaga en växling i beståndsbonitet genom inverkan av olika trädslag. Här i Sverige ha TAMM & PETRINI (1922) tagit till orda mot boniteringen på skogstypernas grund och bakom dem stå väl så gott som alla svenska skogsmän. I Danmark har den CAJANDERSKA skogstypsläran mött en intresserad förståelse av BORNEBUSCH (1925, sid. 207), som dock ej kan ansluta sig till den CAJANDERSKA skogstypen som boniteringsme-

del, utan därjämte uppställer särskilda tillståndstyper, beroende på trädslagets och beståndsvårdens inverkan på humustäcket. Detta är en ståndpunkt, som nära överensstämmer med den, som jag diskussionsvis formulerade redan 1914 och som jag anlagt i mina föreläsningar i marklära vid Skogshögskolan. Svårigheten ligger ej blott i att hänföra de olika tillståndstyperna till bestämda »grundtyper», utan också i att uppskatta den inverkan, som det mer eller mindre långvariga »tillståndet» kan komma att utöva på markens produktion.

För arbetena vid den svenska skogsförsöksanstalten har studiet av skogstyperna allt ifrån början haft ett annat ändamål än att uppställa vissa bonitetsklasser. De äro ett medel att indela våra med hänsyn till sammansättning växlande skogsbestånd i biologiskt likvärda typer, som till följd av olika geografiskt läge (olika höjd över havet, olika breddgrad etc.), olika tillstånd i humustäcket, olika utvecklingshistoria kunna visa en växlande produktionsförmåga, men som dock i stort sett reagera någorlunda likartat gent emot skogliga åtgärder. Man skulle från svensk synpunkt vilja kalla skogstyperna »behandlingstyper» i stället för boniteringstyper. Så långt den CAJANDERSKA skogstypsläran lägger vikt på att bestämda skogstyper fordra en i stort sett likartad behandling, närmar sig den finska ståndpunkten den svenska. Vid urskiljandet av skogstyperna vid den svenska skogsförsöksanstalten lägges i första hand vikt vid vegetationen, och trädens tillväxt får ej bestämma typerna. En skog av *Myrtillus*-typ bör ha *Myrtillus* och de övriga mest karaktäristiska växterna, en av *Oxalis-Myrtillus*-typ *Oxalis acetosella* och andra karaktärsväxter. Skogstyperna, som vi urskilja dem, motsvara växtgeografernas associationer, vilket naturligtvis ej hindrar, att man kan använda en annan associationsbegränsning, än vad vissa växtgeografer göra. Studiet av de olika skogstyperna vid den svenska skogsförsöksanstalten är i första hand kausalt betonat; det avser att söka utreda de faktorer, som inverka på skogens tillväxt och hur dessa faktorer påverkas av våra skogsvårdsåtgärder. Det skall utan förbehåll erkännas att vi med våra forskningar endast kunna utreda vissa faktorer och långt ifrån alla. Men lär man sig blott behärska vissa, är redan mycket vunnet. I den principiellt nya och avvikande form, som den gamla LIEBIGska minimilagen så småningom antagit och som visar att ett samspel äger rum mellan olika faktorer och där, som bl. a. ROMELL (1924, 1926) framhållit, de olika tillväxtfaktorerna kunna vikariera för varandra i det dynamiska system, som de tillsammans bilda, har man ett gott stöd för en sådan åsikt. Även om man genom att behärska vissa tillväxtfaktorer, ej skulle kunna påverka minimifaktorn, kan dock växtens tillväxt påverkas, då minimifaktorn utnyttjas dess bättre, ju bättre övriga tillväxtfaktorer äro. Med

denna utgångspunkt vilja vi något diskutera skogsvårdens möjligheter att påverka markens produktionsförmåga.

4. Den rationella beståndsvårdens möjligheter att höja markens produktionsförmåga.

De faktorer eller rättare grupper av faktorer, som behärska eller bestämma en skogsmarks produktionsförmåga, äro klimatet, markens tillgång på vatten, humustäckets och mineraljordens beskaffenhet. Genom en rationell skogsskötsel kan man i första rummet påverka humustillståndet, som dock influeras även av de andra faktorerna, klimatet, vattentillgången och mineraljordens kemiska beskaffenhet. Såvida man ej tillgriper konstgödsling, vilket i de flesta fall av ekonomiska skäl är uteslutet inom skogsbruket, kunna de tillväxtfaktorer, som ligga i mineraljorden, endast indirekt ändras. Med jämförelsevis ringa kostnad kan man ur skogsmarken bortskaffa överflödigt vatten; mera sällan kan man tillföra vatten, när fuktigheten är för liten. Dessa markvårdsåtgärder ligga dock utom planen för dessa undersökningar. Genom gallringar påverkas temperaturen i de översta markskikten; temperaturen kan höjas och omsättningen i det översta humustäcket påskyndas. Men dettas egenskaper påverkas mest av beståndssammansättningen. Genom inblandning av lövträd kan humustäckets reaktionstal i barrskogen förskjutas i alkalisk riktning, varigenom utsikterna för en livlig kvävemobilisering ökas. Även för de svampar, som bilda de för barrträdens näringsupptagande viktiga mykorrhizorna, kunna beredas bättre tillväxtbetingelser. Enligt MELINS undersökningar (1925) ligger det gynnsammaste reaktionstalet för de egentliga mykorrhizasvamparna vid p_H 4—5, med optimum ungefär vid 5. Den livligaste ammoniakbildningen utan åtföljande starkare nitrifikation ligger vid p_H 4,4—4,9 (se figg. 39—41). En inblandning av björk eller asp i de nordiska barrskogarna förorsakar lätt en förskjutning i humustäckets reaktionstal till detta värde, medan den rena barrskogens humustäcke under för övrigt lika förhållanden har ett lägre reaktionstal, d. v. s. en surare humus. En mycket betydande del av vårt lands vackraste och produktionskraftigaste barrskogar har utvecklat sig från björkblandade bestånd och för deras utveckling har säkerligen björkinblandningen spelat en stor roll. För fjällskogarna har NORDFORS (1923) genom sina ingående studier påvisat björkens betydelse även i markbiologiskt avseende för granens utveckling. Själv har jag såväl i Jämtlands (Dunnervattnet) som i Lapplands (Stensele) fjälltrakter sett utomordentligt vackra exempel härpå. När beståndet blir äldre, försvinner björken så småningom, först och främst glasbjörken (*Betula pubescens*), som i Norrland ej uppnår någon högre ålder. Den svagare inblandning av denna björkart, som

man finner i äldre granskogar, synes vara utan betydelse för markens produktionsförmåga (jmf fr fig. 74). Även om björken endast skulle kunna påverka barrskogsbestånden i ungdomen, bör dess betydelse ingalunda underskattas. Om björkens gynnsamma inverkan på humustäcket upphör med dess försvinnande ur beståndet — genom yxan eller på grund av ålder — är en ännu öppen fråga. Jag är emellertid böjd för att antaga att så ej är förhållandet. De mängder basiska buffertämnen, som björklövet tillfört marken, torde ganska länge kunna påverka förmultningen i en gynnsam riktning. När man så gott som genomgående finner att ett humustäcke, någorlunda rikt på basiska buffertämnen, har ett för skogen gynnsammare förmultningsförlopp än ett, som är fattigt på dylika ämnen, ligger det frestande nära att i den inblandning av björk, asp etc., som utgör ett karakteristiskt inslag i den nordiska barrskogen, se ett mycket viktigt moment för dess sunda utveckling. De flesta av våra skogliga författare såsom HOLMGREN (1914), WAHLGREN (1917, 1922), WALLMO och ÖRTENBLAD äro ock vänner av en björkinblandning i barrskogen. Björkens roll blir dock olika under olika yttre förhållanden. I kalkrika trakter, såsom i östra Jämtland, där även den rena barrskogens humus är rik på basiska ämnen, torde björken spela en mindre viktig roll för barrskogen. Men där moränen så gott som uteslutande består av kalkfattiga graniter och gnejser, blir förhållandet ett annat. Men även i dylika trakter växlar efter allt att döma björkens betydelse; där marken är något fuktig multnar lövet bäst, där har nog björken den största betydelsen, sålunda i sådana skogstyper som granskogarna av *Dryopteris*- och *Geranium silvaticum*-typ. Men även i en sådan typ som granskogen av *Vaccinium*-typ utövar björken ett tydligt gynnsamt inflytande på humustäcket, vilket bl. a. belyses av mina undersökningar över kvävemobiliseringen i olika råhumustäcken (se sid. 354). När man ser tallhedar med inblandning av björk får man ofta ett starkt intryck av att björken i dem spelar en viktig roll. Så är nog också förhållandet, ehuru i mina försök humustäckena från björkblandade tallskogar ej visat någon livligare kvävemobilisering.

En fråga, som åtminstone bland praktikens män blivit livligt diskuterad, är den om timmerblädningens roll för råhumustäckets utveckling i de gamla granskogarna. Den vanliga meningen torde vara att genom en sådan avverkningsform beståndet utglesats på ett olämpligt sätt, varigenom blåbärsriset tilltagit och ökat råhumusbildningen. Hur mäktigt ett dylikt råhumustäcke kan bli, framgår bl. a. av fig. 66; de i fig. 74 och 75 avbildade skogarna ha dock ännu mäktigare råhumustäcken. Är nu utbildningen av ett dylikt råhumustäcke att tillskriva blåbärsriset eller är endast blåbärsriset en indikator på råhumustäckets beskaffenhet? Jag

har förut uttalat mig för den första åsikten (HESSELMAN 1917, sid. 946—948), men är nu mera tveksam om hur saken förhåller sig. Ser man på fallförnans beskaffenhet, har man ingen anledning att i blåbärsriset se någon svårare råhumusbildare. Blåbärsbladen äro rätt rika på basiska buffertämnen och äro i det hänseendet av gynnsammare beskaffenhet än tall- och granbarren. Möjligt är, såsom jag förut framhållit, att blåbärsriset genom sitt täta rotsystem och sin stora bladyta torkar ut humustäcket så att förmultningen avstannar. Men jag tror att förklaringen ligger annorlunda till. I de gamla råhumustäckena finnas inga eller mycket små mängder basiska buffertämnen, medan i de yngre bestånden humustäcket är rikare på dylika, framförallt i förmultningsskiktet. I humustäcket försiggår en förbrukning eller urlakning av dessa ämnen, varför det fordras att nya basiska buffertämnen alltjämt tillföras. Förnaavfallet är en av de viktigaste medlen härför. Av allt att döma är barravfallet i de gamla, glesa och oväxtliga granskogarna obetydligt, bl. a. på grund av beståndets gleshet. Markvegetationens förna kan ej ersätta den minskade tillförseln från träden. Humustäcket blir härigenom fattigt på basiska buffertämnen och då beståndet dock är för mycket slutet för att solen starkare skall värma upp marken, avstannar förmultningen. Samtidigt blir, såsom mina undersökningar visa (se sid. 354) kvävet hårt bundet och svårtillgängligt för de organismer, som sönderdela skogens växtavfall, ett fenomen, som emellertid fordrar sin särskilda förklaring. I råhumustäcket samlas så småningom ett näringskapital, som ej ger någon ränta. Men det är ej nog härmed. Av undersökningar, som jag inom den närmaste tiden kommer att publicera, framgår att i ett dylikt råhumustäcke finnas för tall- och granrötterna skadliga svamparter. En radikal omändring av den utveckling, som ägt rum, är därför nödvändig, om marken skall kunna överföras i ett mera produktionskraftigt stadium. En sådan omändring försiggår på kalhyggena och har i stor utsträckning försiggått på av eld övergången mark. I humustäcket i de slutna bestånd, som uppstått efter eld, är humustäcket rikt på basiska buffertämnen, framförallt om beståndet är blandat med björk, asp och dylika träd. Kvävemobiliseringen är livlig (se sid. 350) och som samma nyss omnämnda undersökningar visa, finnes i humustäcket för tall- och granplantan gynnsamma svampformer. Den skarpa kontrast, som de gamla, lavbehängda, svagt växtliga granskogarna (se figg. 64, 68, 71, 74, 75) bilda mot de vackra, växtliga eller lätt föryngrade bestånd, som uppkommit på av eld övergången mark (se figg. 60, 63, 77), är sålunda väl förklarlig med tanke på olikheterna i humustäckets beskaffenhet. Att elden i övervägande grad haft en gynnsam inverkan på skogens förnying och växt utesluter naturligtvis ej att den också mången gång,

framförallt på torr mark, haft en skadlig inverkan. Det är emellertid mycket troligt, att kalhygget, som i Norrland ofta framkallar en livlig förmultning i humustäcket och en ökning av dess basiska buffertämnen, skall visa sig vara en säkrare och i många fall bättre åtgärd än markens avsvedning (se fig. 72). Då avsvedning emellertid under vissa förhållanden syns vara en nödvändig åtgärd, pågår för närvarande på försöksanstalten en undersökning för att klargöra bränningens inverkan på ett gammalt råhumustäcke. Resultaten av denna undersökning torde snart kunna publiceras.

Vad de norrländska mossrika granskogarna eller barrblandskogarna beträffar, ge sålunda mina undersökningar goda stöd för den åsikten, att man genom björkinblandning i ungbestånden, genom att hålla bättre slutenhet och genom förkortad omloppstid bättre skall kunna vidmakthålla en god förmultning och en livlig kvävemobilisering av humuskvävet än vad fallet är i den gamla, genomblådade naturskogen. Den genomsnittliga produktionen kommer att höjas och de föryngringssvårigheter, som vi nu ha att kämpa emot, komma att väsentligt förminsкас. Genom de omnämnda åtgärderna bör humustäcket påverkas i gynnsam riktning; halten av basiska buffertämnen blir i och med beståndets grundläggning ganska hög. Genom att undvika onödig utglesning och genom omloppstidens förkortande motverkas den degeneration, som följer med avtagande halt av dessa buffertämnen. Alla granskogstyper övergå dock ej lika lätt i ett sterilt råhumusstadium. De som jämte ris ha örter i markbetäckningen »degenerera» mindre lätt än de, som ha enbart mossor och ris, och minst lätt degenerera från marksynpunkt de skogar, där markens kalkhalt gynnar eller framkallar en mulbildning. Ser man på markens krav bör omloppstiden därför rätta sig efter skogstypen. De örtrika skogarnas företräde framför de rent risrika torde bland annat ligga i markvegetationens beskaffenhet. Örterna ha en gynnsammare förna, mindre sur och rikare på basiska buffertämnen än risen, och en sådan förna bör gynna uppkomsten av ett gott humustäcke. Helt nyligen har BORNEBUSCH (1925, sid. 248—249) angående örternas betydelse i bokskogen uttalat den åsikten att de gynnsamt påverka humustäcket.

I det föregående har jag huvudsakligen behandlat förhållandena i Norrland, där huvudparten av dessa undersökningar varit förlagd. I mellersta och södra Sverige torde björken och liknande lövträd spela en lika betydelsefull roll i barrskogens utvecklingshistoria som i Norrland. Kanske björkens roll här är ännu större, då björken synes direkt framkalla en ört- och gräsvegetation, som på ett gynnsamt sätt påverkar marken och humusbildningen. Granens vackra utveckling i gamla björk-

hagar är välbekant. Mera ingående undersökningar häröver har jag ännu ej företagit, men frågan torde vid försöksanstalten snart tas under behandling.

En annan fråga, som ännu åtminstone mera rör södra och mellersta Sverige och södra Norrland upp till Medelpad, hänför sig till marktillståndet i de väl slutna barrskogsbestånd, där markbetäckningen uteslutande eller till övervägande del utgöres av husmossor. Våra skogsmän hysa i allmänhet den uppfattningen, att dylika bestånd väl motsvara skogsvårdens krav på hög produktion och gott marktillstånd. Vad marktillståndet beträffar, bekräfta mina undersökningar de praktiska skogsmännens uppfattning; reaktionstalet ligger ofta, men ej alltid något över dem, som utmärker de risrika bestånden, halten av basiska buffertämnen är ofta avsevärd, kvävemobiliseringen livlig och kvävet vid infektion lätt nitrificerbart. För den allmänna uppfattningen att en invandring av blåbärs- och lingonris i dylika bestånd betyder en markförsämring tala vissa observationer från Siljansfors försökspark, medan andra från Jönåkers häradsallmänning och skogarna från Alkvettern gå i en annan riktning. Jag vill därför tills vidare hålla denna fråga öppen.

När det gäller de sydligaste delarna av vårt land, ha vi som markförbättrare ej blott att tänka på björk, asp etc., utan även boken kommer att spela en roll. Jag vill då erinra om WIBECKS (1909) bekanta och vackra undersökningar över hur boken i södra delen av Småland så småningom fått vika för granen. Denna graninvandring har säkerligen för många av dessa marker betytt en försämring. Som LUNDBLAD (1924) nyligen visat kan i dessa trakter genom granens invandring marken omvandlas; mullen övergår till ett mer eller mindre utpräglat råhumustäck och brunjordsprofilen, som är förbunden med mullformen, övergår i en tydlig podsolprofil. En sådan utveckling måste i dessa trakter betraktas som en degeneration av marken. Utvecklingsgången är emellertid väl förklarlig med hänsyn till skillnaden i egenskaper hos granbarr och boklöv. Om och i så fall hur utvecklingen skall kunna ledas tillbaka till mulljord med brunjordsprofil är väl ännu en öppen fråga.

Beståndsvårdens inverkan på marken omfattar endast de översta markskikten, humustäcket och den av maskar och insekter bearbetade delen av marken. Det blir sålunda huvudsakligen den del av marken, där kvävet mobiliseras och där en assimilation av luftens fria kväve äger rum. Att påverka dessa processer i en för skogen gynnsam riktning är dock en uppgift, som i hög grad förtjänar skogsmannens uppmärksamhet.

Mina undersökningar visa att kvävemobiliseringen eller tillgången på assimilerbart kväve är en av de faktorer, som kraftigast påverkar skogens växt. Till samma uppfattning har ILVESSALO (1923) kommit vid en

undersökning av sambandet mellan markens egenskaper och skogsbeståndens tillväxt. Vid en statistisk behandling av VALMARIS analyser (1921) visade sig nämligen en mycket god korrelation finnas mellan tillväxten i de undersökta tallbestånden samt kalk- och kvävehalten i marken. Faktorerna kalk och kväve betyda tillsammans god kvävemobilisering.

Men de åtgärder, som böra vidtagas för att gynna dessa faktorer, måste rätta sig efter omständigheterna. Under olika klimatiska betingelser ha olika lövträd olika betydelse i markförbättrande hänseende. Björken, som för vårt lands barrskogar, betyder mycket, spelar enligt tyska skogsnän en mindre roll i mellersta Europa. Men medan hos oss björkens roll ofta är att förbättra förnamaterialets sammansättning, önskar den tyska skogsmannen ett rikligare bladavfall än björkens för att öka mullbildningen. Med den snabbare omvandling av förnan som följer med ett varmare klimat, stegras fordringarna på bladavfallets riklighet och mängd. Det synes mig också, som om man i de lövträd, som naturligt höra ihop med växtsamhällets eller skogstypens utveckling, hade de bästa markförbättrarna, medan försök att med konst införa för hela utvecklingen främmande element medför mindre goda resultat. Boken, som i vissa skogstyper lämnar utmärkta resultat i avseende på markens förbättring, har i andra en ringa verkan. För all markförbättrande skogsvård spelar den biologiskt bestämda skogstypen en viktig roll. Vad som gäller för den ena skogstypen, gäller ej för den andra. Man får ej heller glömma, att man i markens ursprungliga, geologiska beskaffenhet har faktorer, som begränsa betydelsen av våra åtgärder. Tydligast har detta kanske i senaste tid framhållits av ALBERT i Eberswalde (1925), som påvisat viktiga skillnader i dynsandens mekaniska sammansättning i skogsmarken kring Eberswalde. Dess halt av finmaterial bestämmer dess vattenhållande förmåga och denna återigen påverkar dess skogliga egenskaper. Beståndsvårdsåtgärder i markförbättrande riktning, såsom inplantering av bok i tallskogarna, har på vissa marker utsikt till framgång, på andra däremot icke. Genom att icke tillräckligt uppmärksamma ursprungliga olikheter i marken har mången entusiastisk tysk skogsman frestats att överdriva betydelsen av vissa skogsvårdsåtgärder. Bland dessa torde man enligt senare undersökningar få räkna den för en markvårdande skogsvård entusiastiske, framtående tyske skogsmannen WIEBECKE. Mest bekant för ett markvårdande skogsbruk har på senare tider Bärenthoren i Anhalt blivit, där ägaren, kammarherre VON KALITSCH nedlagt ett utomordentligt och storartat arbete på skogens förbättring. Hans skogsbrukssätt har som bekant av MÖLLER (1920) betecknats som Dauerwaldwirtschaft. Skogarna på Bärenthoren ha nyligen varit föremål för en kritisk undersök-

ning av WIEDEMANN (1925) i Tharandt. Han kommer till den uppfattningen, att man underskattat skogens ursprungliga tillstånd och sålunda överskattat beståndsvårdens inflytande på dess nuvarande tillstånd och han ser orsaken till den goda föryngringen i ursprungliga egenskaper hos marken, såsom lämplig vattenhållande förmåga etc. Genom jämförande undersökningar över höjdtillväxt och föryngring i närliggande, geologiskt likartade revir, visade det sig att man ej kunde påvisa någon förbättring genom de åtgärder, som anses höra samman med en »Dauerwaldwirtschaft». Man måste erkänna att genom WIEDEMANN'S undersökningar de högt spända förhoppningarna på resultatet av ett markvårdande skogsbruk blivit i icke ringa grad nedsatta. De första meddelandena om de märkliga följderna av Dauerwaldwirtschaft voro dock sådana, att de läto otroliga för den kritiske läsaren. Då jag själv haft tillfälle att se Bärenthoren, därifrån undersökt en del humusprov och även skrivit ett kortare kapitel i WIEDEMANN'S bok, tillåter jag mig att yttra mig något i frågan.

Av mina undersökningar framgår, synes det mig, att de av VON KALITSCH använda markförbättrande åtgärderna, risgödsling och inplantering av lövträd, haft olika effekt inom olika delar av skogen, men också att de bästa resultaten i avseende på humustäckets beskaffenhet visat sig inom de delar, som i geologiskt hänseende äro mest gynnade. Hit höra t. ex. Jagen 1, 4, 42 och 43. Inom dessa områden har risgödsling och inplantering av ek haft en gynnsam effekt, inom andra t. ex. Jagen 10 och Jagen 16 är resultatet sämre, men där finnas också mindre förutsättningar i geologiskt hänseende. Ett sådant resultat kan dock från min synpunkt betraktas varken som oväntat eller nedslående. Det ligger så gott som i sakens natur, att när man börjar med ett genom strötakt eller på annat sätt misshandlat skogsområde, de markvårdande åtgärderna först skola visa resultat på de platser, som ha de största förutsättningarna att utbilda ett gynnsamt humustäcke. Särskilt har det slagit mig att ett område, Jagen 1 och 4, som före VON KALITSCH'S tid var känt för sin rika ljungväxt och dit man om höstarna förde bikiporna för honungsinsamlingen, nu har sådana mullväxter som *Fragaria vesca*, *Viola riviniana*, *Dactylis glomerata*, *Filipendula hexapetala*, *Galium rotundifolium*. Här synes mig VON KALITSCH ha starka skäl för sin åsikt om en förändring av floran genom risgödsling. Vad eken beträffar, synes mig dess verkan vara rätt påtaglig, om också endast lokal, då den goda mullen träffas under själva ekkronorna, men ej utanför desamma. Då jag hoppas snart återse Bärenthoren, vill jag ej mera ingå på frågan, men nöjer mig med att framhålla, att jag vid mitt besök fått ett bestämt intryck av att VON KALITSCH'S metoder, risgödsling och in-

plantering av lövträd, inom vissa delar av Bärenthoren medfört påtagliga, gynnsamma resultat, å andra däremot ej. För en objektiv bedömning fordras dock att geologiskt likvärda områden jämföras med varandra, varvid undersökningen bör utsträckas även till de i geologiskt hänseende mera gynnade. Först när en sådan ingående undersökning blivit gjord, kan värdet av VON KALITSCH's åtgärder objektivt bedömas.

Av Mellaneuropas skogsmän skattas boken högt som markförbättrare och har av dem fått namnet »skogens moder.» Säkert är att den under vissa klimatiska förhållanden är en mäktig faktor för att framkalla ett gott marktillstånd. Särskilt vackert synes mig detta visa sig i Böhmerwald och detta icke blott i kulturskogen, utan ock i den bekanta urskogen å Kubani, där å ett område, där bok saknas, humustäcket har utpräglad råhumusnatur, medan det eljes är mullartat. I kulturbarrskogar av gran vid Eleonorenhain var humustäcket råhumusartat, medan det i lärkskogen var utpräglat mullartat (se sid. 387). Lärkbarren äro visserligen sura och rika på sura buffertämnen (se sid. 254), men de äro rikare på basiska buffertämnen än gran- och tallbarren. De påminna med hänsyn till titreringskurvorna om ekbladen. Även i vårt land utöva lärkbarren i jämförelse med tall- och granbarren en gynnsam inverkan på humustäcket. Exempel härpå har jag sett även så långt upp som i Lappland t. ex. vid Husbondliden i Lycksele sn i yngre kulturbestånd av sibirisk lärk. RAMM (1911) och HARSCH (1912) ha i sina studier av skogarna i Schwarzwald kommit till den uppfattningen, att marken försämrats, sedan man började uppdraga rena barrskogsbestånd och att skogarna förr, då bestånden voro blandade med bok, voro lättare att föryngra än nu. I detta sammanhang kan det vara av intresse att framhålla, att bland de partier av skogarna inom reviret Langenbrand, där dr EBERHARD ej behövde göra några markbearbetningar för att gynna föryngringen, voro just de bokblandade silvergransskogsbestånden. Vid måttlig ljushuggning kom humustäcket i en livlig omsättning. Spridda nitratofila växter infunno sig och på marken fanns rikligt med vackra silvergransplantor (se sid. 385: 6).

Emellertid äro icke blott klimatiska och geologiska faktorer avgörande för den markförbättring, som ett lövträd kan medföra. Även rent biologiska spela en stor roll. När man ser den hastiga förmultning, som bokbladen genomgå på marken i urskogen på Kubani i ett ganska kallt och rått klimat, får man ett starkt intryck av den mäktiga roll, som de i marken levande organismerna — svampar, bakterier, maskar, artropoder — spela för förnans gynnsamma sönderdelning. Den balans, som i denna urskog finnes mellan bildningen av förna och dennas sönderdelning, får kanske bäst sin förklaring genom ett rikt, för skogstypen anpassat liv i marken av förnasönderdelande organismer. När detta liv blivit stort

genom olämpliga åtgärder från människans sida, tar det tid innan de markförbättrande trädslag som återinföras, visa sin gynnsamma inverkan. Härmed sammanhänger nog det förhållandet, att sådana lövträd, som höra till en skogstyps normala utveckling, för denna synes ha den största betydelsen i markbiologiskt hänseende.

Frågan om de olika skogsbrukssättens inverkan på marken är starkt förknippad med både ekonomiska och biologiska spørsmål. För att nå klara resultat, måste undersökningarna bedrivas under en längre följd av år och under noga kända förhållanden. För dylika undersökningar lämpa sig i synnerhet skogsförsöksanstaltens försöksparker. Tönnersjöheden i Halland utgör härvidlag ett utmärkt studiefält av förhållandena i södra Sverige, Kulbäcksliden-Svartberget ägnar sig väl för undersökning av den viktiga frågan om hur vi lämpligen skola förvandla marken i de gamla överåriga norrlandsskogarna. Siljansfors erbjuder ett exempel på hur ett skogsbruk, som utvecklats i samband med vår järnhantering, kunnat påverka humustäcket och livet i marken. Får, såsom föreslaget är, försöksanstalten ännu en försökspark, nämligen i övre och inre Norrland, kommer den att kunna omfatta flertalet av de markproblem, som intressera den svenska skogsskötseln.

De undersökningar, som jag refererat i denna avhandling, kunna i viss mån betraktas som en orientering i det problemkomplex, som här erbjuder sig för forskningen vid försöksanstalten.

För skogens föryngring spelar humustäckets beskaffenhet en påtaglig och oomtvistlig roll. Ju mera påverkbar kvävemobiliseringen är i humustäcket, desto gynnsammare reagerar humustäcket gent emot föryngringsåtgärder. Då emellertid frågan om humustäckets beskaffenhet och föryngringen är en fråga av mera begränsad omfattning, som väl låter sig behandlas som ett särskilt kapitel, kommer jag att göra detta i ett inom den närmaste tiden i Skogsförsöksanstaltens Meddelanden h. 23 utkommande arbete med titeln: Betydelsen av kvävemobiliseringen i humustäcket för tall- och granplantans första utveckling.

KAP. XV.

SPECIALBESKRIVNINGAR.

Ståndorts- och humusanalyser.

Württemberg. *Schwarzwald. Reviren Calmbach och Langenbrand.* Kartan sid. 209, n:r 1.

Litteratur: RAMM (1911, 1922), HARSCH (1912), REGELMANN (1913), OLT-MANNS (1922), EBERHARD (1908, 1914, 1919, 1922), PETRINI (1921).

Reviren Calmbach och Langenbrand äro belägna i nordöstra delen av Schwarzwald och de av mig besökta delarna på höjdsträckningen mellan de små, norrut rinnande floderna Entz och Nagold. De högre belägna delarna nå en höjd av något över 700 m ö. h., medan byn Calmbach i Entz' dalgång ligger c:a 390 m ö. h. Nederbörden är betydande och uppskattas till



Fig. 47. Avskrapning och hopsamling av råhumustäcket i ett Schwarzwaldsbestånd.
(«Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg. Blatt Wildbad von K. REGELMANN»). Streuwaldung mit Haufen von Waldstreu (Rohhumusvegetation).

mellan 1,100 och 1,200 mm om året. Det närbelägna Wildbad (425 m ö. h.) har 1,210 mm, varav under sommarhalvåret april—september 590 mm. Då på grund av det höga läget temperaturen ej når några högre gradtal, måste klimatet betecknas såsom fuktigt och kyligt. Den egentliga skogsmarken har uppkommit genom vittring av brokig sandsten och framförallt av den variant, som räknas till den mellersta etagen (se fig. 48). Det är en på växtnäringens ämnen, framförallt kalk, fattig bergart, som vid vittring ger upphov till en mager, sandig, föga vattenhållande jordart. Den övre brokiga sandstenen, som också är kalkfattig, är emellertid rikare på lermaterial. Den genom vittring uppkomna jorden användes ofta som ängs- och trädgårdsjord. Som skogsmark är den i fuktiga lägen mindre gynnsam genom att gärna giva anledning till uppkomsten av torvbildningar.

De viktigaste trädslagen i reviren Calmbach och Langenbrand äro silvergran, gran, tall och bok, av vilka den sistnämnda endast förekommer såsom mer eller mindre rikligt insprängd i barrskogsbestånden. Enligt RAMM (1911,

sid. 11) och HARSCH (1912, sid. 11—12) skola emellertid både bok och ek förr ha spelat en mycket större roll än nu. Lövträden ha emellertid med kälhyggesbrukets införande gått starkt tillbaka, varför barrträden oftast bilda rena bestånd.

Skogsmarken visar överallt en större eller mindre benägenhet för bildning av råhumus. I genom stamvis utförd blädning oförsiktigt utglesade bestånd på av bönder ägd mark bli bärrisen rikliga, råhumustäcket kan bli ända till decimetermägtigt med här och där uppträdande *Sphagnum*-tuvor. I de väl slutna bestånden är humustäcket mera tunt och endast överdraget med ett glest täcke av de vanliga skogsmossorna. Svamphyfer, som hopväva humustäcket till ett mera segt skikt, träda tillbaka, varför humuslagret är mera luckert, mårartat.

Vegetationen bär ett tydligt drag av att marken är kalkfattig. *Sarothamnus scoparius*, som enligt KRAUS (1911, sid. 61) är en utpräglad kiselplanta som såväl i vilt som i odlat tillstånd ej gärna trivs på kalk, är allmän på mera öppna, solbelysta platser och är dessutom en karaktärsväxt på hyggena. I de smärre bäckarna är vegetationen ytterst torftig; *Amblystegia* saknas eller träda starkt tillbaka. På ängarna, som ha en frodig gräsväxt, saknas orkidéer eller andra kalkfordrande växter.

Vegetationen har en atlantisk eller suboceanisk prägel (TROLL 1925). Många växter, som äro karakteristiska för västra Norge eller västra Skandinavien, höra här till de mera framträdande, såsom *Ilex aquifolium*, som kan nå en höjd av 8 m, *Digitalis purpurea* (se CHODAT 1913), *Polygala serpyllaceum*, *Hypericum pulchrum*, *Ligustrum vulgare*. Andra atlantiska element äro *Teucrium scorodonia*, *Polystichum aculeatum*, *Sarothamnus scoparius*, *Galium saxatile*, *Ceterachium officinarum*.

I markens kalkfattigdom och det nederbördsrika klimatet torde man ha att söka orsaken till att blåbärsriset gynnas genom upptagande av större hyggen. Under sådana ljusbetingelser, att det enligt våra erfarenheter i Sverige skulle försvinna, utvecklar sig blåbärsriset frodigt. På hyggena uppträda förutom blåbär *Luzula silvatica*, *Luzula nemorosa*, *Deschampsia flexuosa*. Nitratofila växter saknas ej, men äro begränsade till vissa platser, såsom nedanstående specialundersökningar visa.

Föryngringen av skogen är ofta starkt försvårad av råhumustäcket, som i de äldre och något glesare bestånden ofta når en rätt mäktig utveckling. För att motverka humustäckets inflytande kan man emellertid här använda metoder, som hos oss knappast äro möjliga. I de bestånd, som skola förnygras, avskrapas och hopsamlas råhumustäcket, vilket av lantbefolkningen i trakten skattas högt som strö i ladugårdarna och vars användning av dem anses som ett utmärkt medel att förbättra åkern (se fig. 47). De betala härför antingen en viss, mindre kontant ersättning till revirförvaltningen eller också få de åtaga sig att mot rätten att erhålla strö upphacka gropar i marken. I reviret Hirsau införde nuvarande forstrat HARSCH (1912) metoden att inom hela det bestånd, som skall förnygras avflå humustäcket, varefter gropar upphackas och kalkas. I groparna planteras silvergran och bok. I reviret Langenbrand, som administreras av dr. EBERHARD, avflås humustäcket endast inom vissa bälten och strängar och i dessa upphackas gropar om cirka 0,5 × 0,5 m på ett avstånd av 1 till 1,5 m från varandra. Kalkning förekommer där ej. I groparna infinna sig så småningom talrika silvergransplanter.

Undersökta bestånd.

Se tab. 41.

1. *Calmbach. Hengstberg.* Mellersta brokiga sandstenen. Äldre väl slutet bestånd av tall, gran, silvergran och bok. Markvegetation saknas. Markbetäckning av döda blad, barr, småkvistar etc. Förmultningslagret ej hop-



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf.

Fig. 48. Württemberg. Schwarzwald. [Alpirsbach. Silvergranskog på mellersta brokiga sandstenen.

Abies alba-Bestand. Mittlerer Buntsandstein.

växt av svamphyfer, löst, luckert. Humusämnelagret likaledes ganska luckert. Intet blekjordsskikt, men blekta mineralkorn i humusämneskiktet.

2. *Calmbach. Kälbling* mellan Jägerhütte och Calmbächlein. Övre brokig sandsten. C:a 80-årigt planterat rent bestånd av gran. Levande markbetäckning av spridda, glesa och tunna mossmattor av *Hylocomium proliferum* samt något *H. loreum* och *H. parietinum*. I huvudsak utgöres markbetäckningen av döda växtrester. Förmultningslager med snabb omsättning, ej sammanvävt av svamphyfer, dock något mindre luckert än i bestånd 1. Humusämnelagret tunt, luckert. Endast svag antydning till blekjord.

Tab. 41. Undersökningar av humusprov från reviren Calmbach och Langenbrand.

Untersuchung von Humusproben aus den Revieren Calmbach und Langenbrand.

	1		2		3		4		5	6	7	8	9	10		11	12	13
	F	H	F	H	F	H	F	H	F+ H	F+ H	F+ H	F+ H	F+ H	F	H	F+ H	F+ H	F+ H
PH.....	3,8	3,6	3,8	3,6	4,1	4,0	3,7	3,6	4,0	4,8	3,5	4,0	4,2	5,2	4,6	4,8	4,2	4,2
Am-N. 3 mån. lagr. dir. ...	1,261	773	1,386	705	2,360	1,629	1,076	1,018	16,3	430	197	610	368	660	72,0	122	596	281
» » omr.	1,411	1,385	3,061	968	2,565	2,458	1 213	1 135	153	1,211	399	965	602	1,057	1,044	244	960	1,133
» koeff. %	7,0	6,0	9,2	5,4	19,7	9,6	6,0	5,4	0,4	4,8	2,5	4,7	3,7	4,7	2,4	3,0	3,5	4,0
S-N. 3 mån. lagr. dir.	2	1,6	2,4	2,4	4	2,4	0,8	0,4	60	225	1,4	72	0,6	540	56	150	5,6	8
» » » omr.	2,2	2,9	5,3	3,3	4,3	3,3	0,9	0,4	582	634	2,8	114	1,0	866	807	313	9,0	32,2
S-N. koeff. %.....	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	3	2,5	0,02	0,6	0,01	3,9	1,9	3,8	0,03	0,1
Inf. jord. 3 mån. lagr.	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
S-N. inf. » dir.	5,6	1,8	6	1,8	7,2	1,5	9	2,4	120	210	16	113	13	680	105	150	32	90
» » » omr.	6,3	3,2	13,3	2,5	7,8	2,1	10,1	2,7	1,164	592	32,4	178	21,3	1,090	1,513	313	52	362
N-tot. % dir.	1,8	1,3	1,5	1,3	1,2	1,7	1,8	1,9	0,4	0,9	0,8	1,3	1,0	1,4	0,3	0,4	1,7	0,7
» % omr.	2,0	2,3	3,3	1,8	1,3	2,4	2,0	2,1	3,9	2,5	1,6	2,1	1,6	2,2	4,3	2,0	2,7	2,8
CaO _{ass} % dir.	0,35	0,20	0,34	0,22	0,33	0,29	0,36	0,53	0,11	0,11	0,25	0,41	0,31	0,63	0,19	0,10	0,40	0,17
» » % omr.	0,39	0,36	0,75	0,30	0,36	0,40	0,41	0,59	1,07	0,31	0,51	0,65	0,51	1,01	2,74	0,50	0,64	0,68
Glödförlust %.....	89,4	55,8	45,3	72,8	92,0	72,3	88,7	89,7	10,3	35,5	49,5	63,2	61,2	62,4	6,9	20,2	62,1	24,9

3. *Calmbach. Kälbling* mellan Jägerhütte och Calmbächlein. Berggrund som n:r 2. Planterat bestånd av silvergran. Spridda, tunna mossmattor av *Hylocomium proliferum*, *H. loreum*, *Thuidium tamariscifolium*, *Polytrichum formosum*, groddplantor av silvergran. I huvudsak utgöres markbetäckningen av döda växtrester. Förmultningslagret något mäktigare, men luckrare än i bestånd n:r 2, humusämnelagret tunnare. Svag antydan till blekjord.

4. *Langenbrand. Hengstberg*. Berggrund mellersta brokiga sandstenen. *Abies*-bestånd av samma karaktär som i n:r 3.

5. *Langenbrand. Eulenloch. Bäumlessmiss*. Berggrund, sannolikt övre brokig sandsten. Granbestånd av 1:sta eller 2:dra bonitet. Träden 30 m höga. Marken tenderar till »Missenbildung», men marktillståndet för närvarande gott. Markbetäckningen består av fläckar med *Oxalis acetosella* samt enstaka *Lactuca muralis*, *Prenanthes purpurea*, *Dryopteris spinulosa*, *Polystichum*, tunna mossfläckar av *Thuidium tamariscifolium*, *Polytrichum formosum*. Markbetäckningen utgöres för övrigt till stor utsträckning av granbarr. Under barrtacket ett tunt mullskikt.

6. *Langenbrand. Hirschkopf*. För föryngring ljushugget bestånd (»Saum») av gran, silvergran och bok. Vackra ungplantor av silvergran, gran och något bok. Spridda exemplar av *Deschampsia flexuosa*, *Holcus lanatus*, *Digitalis purpurea*, *Rubus idæus*, *Galium saxatile*, *Veronica officinalis*. Nitratundersökning: stark reaktion: *Rubus* och *Holcus*, tydlig r.: *Digitalis* och *Deschampsia*, ingen r.: *Veronica officinalis*. Tunt, luckert humustäcke av mullkaraktär.

7. *Calmbach. Hengstberg*. Ytterkant (nordkant) av bestånd med silvergransföryngring bland blåbärris. Mark etc., se bestånd 1.

8. *Calmbach. Hengstberg*. Silvergransföryngring bland blåbär i nordkant. Mark, se bestånd 1.

9. *Calmbach. Hengstberg*. Jord under silvergransplanta i nordkant. Marken betäckt med vissna boklöv. Berggrund, se bestånd 1.

10. *Calmbach. Hengstberg*. Berggrund mellersta brokiga sandstenen. Ungbestånd av silvergran och bok. Tätt slutet bestånd, markbetäckning enbart av bokblad och silvergransbarr. Under förmultningsskiktet ett utpräglat, av maskar väl genomarbetat mullager. God tillväxt å silvergran och bok.

11. *Langenbrand. Heiligenwald*. Föryngringsyta med vacker återväxt av silvergran. Markbetäckning med dominerande blåbärris, under blåbärriset en lös, lucker, mulliknande humus. I blåbärriset spridda ex. av *Rubus idæus* och *Deschampsia flexuosa*, av vilka den förra ger stark, den senare mera svag nitratreaktion.

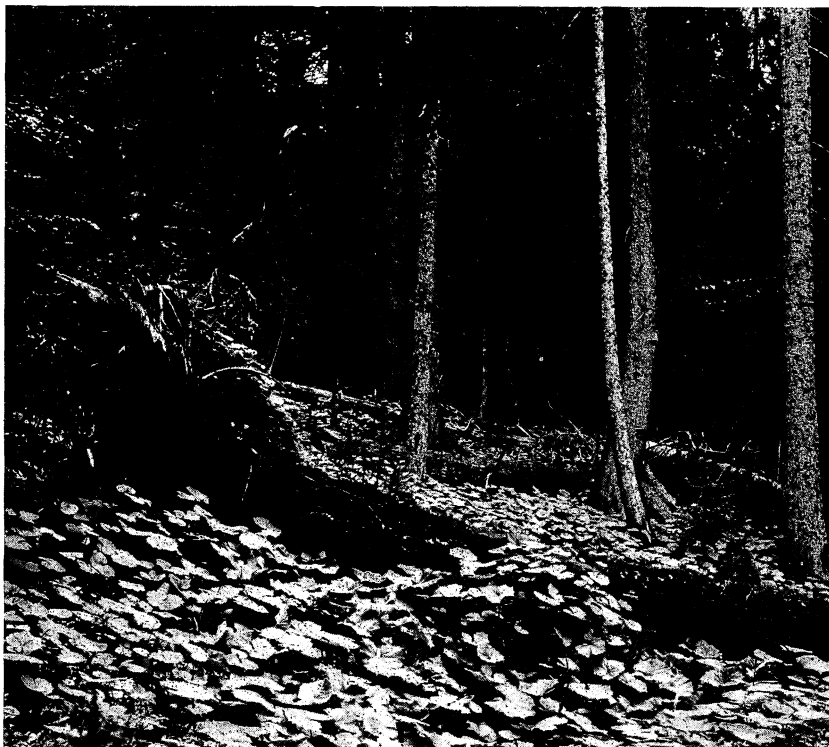
12. *Langenbrand. Heiligenwald*. Föryngringskant i sydexposition med tallplantor. Inga nitratofila växter. Humustäcket väl multnat, men ganska tunt.

13. *Langenbrand. Heiligenwald*. Jord ur för 6 å 7 år sedan upphackad grop i råhumusbetäckt gran- och silvergranskog. Talrika vackra silvergransplantor.

Tjeckoslovakien. *Böhmerwald*. Urskog på Kubani vid Schattawa och omgivande marker. Kartan sid. 209, n:r 2.

Litteratur: GÖPPERT (1868), ENGLER (1904), RANFFT (1913) MAHLER (1925).

Undersökningarna koncentrerades i första hand på markförhållandena i urskogsreservatet å berget Kubani ej långt från Schattawa, varjämte exkur-



Efter inköpt foto.

Fig. 49. Bild från urskogen på Kubani. I förgrunden *Petasites albus*.

Aus dem Urwalde auf Kubani.

sioner gjordes även inom andra delar av furst Schwarzenbergs skogar i närheten av Winterberg.

Nederbörden i trakten kan uppskattas till omkring 1,200 mm. Å den meteorologiska stationen Mader, ö. l. $13^{\circ}30'$, n. br. $49^{\circ}2'$ på 980 m ö. h. ha i medeltal under åren 1904—1914 uppmätts 1,295 mm om året, största nederbörden har fallit i juni och juli månader med resp. 128 och 131 mm, å Procatitz, n. br. $49^{\circ}1'$, ö. l. $14^{\circ}0'$ uppmättes under åren 1913—1915 729 mm i medeltal. Medeltemperaturen å Mader är + 3,1, i Procatitz + 7,1, i januari — 7,1 resp. — 3,1, i juli + 12,3 resp. + 15,0.

På Kubani utgöres berggrunden av en gneis. Podsolering saknas eller är föga framträdande i trakten, brunjordstypen är förhärskande.

Urskogen å Kubani. En beskrivning över urskogen är meddelad å sid. 177—180. Här nedan lämnas en förteckning å de växter, som observerades inom själva

urskogsområdet. Ört- och gräsvegetationen var mycket tunnsådd och gles, endast de delar, som voro genomfuktade av vatten från en genomrinnande bäck, företedde någon större frodighet med förhårskande *Petasites albus* (se fig. 49).

Actæa spicata, *Ajuga reptans* s¹, *Anemone nemorosa*, *Asperula odorata*, *Athyrium Filix femina*, *Blechnum spicant*, *Calamagrostis halleriana*, *Caltha palustris*, *Cardamine amara* s, *Chærophyllum hirsutum* t, *Chrysosplenium alternifolium* s. *Circea alpina*, *Convallaria verticillata*, *Dentaria bulbifera*, *Galeobdolon luteum*, *Homogyne alpina*, *Impatiens noli tangere* s, *Listera cordata*, *Lonicera nigra*, *Luzula silvatica* s, *Lycopodium annotinum*, *Majanthemum bifolium*, *Mulgedium alpinum*, *Myosotis silvatica* s, *Myosotis palustris* s, *Vaccinium myrtillus*, *Neottia Nidus avis*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Petasites albus* s, *Dryopteris spinulosa* s, *Dryopteris Linnæana*, *Dryopteris Phegopteris*, *Prenanthes purpurea* sv, *Pulmonaria officinalis*, *Pyrola uniflora*, *Ranunculus lanuginosus* s, *Ranunculus nemorosus*, *Ranunculus reptans* s, *Rubus idæus*, *Sambucus nigra* s, *Sanicula europæa*, *Senecio nemorensis* s, *Soldanella montana* o, *Sorbus aucuparia*, *Stellaria holostea*, *Stellaria nemorum*, *Urtica dioeca*.

Marken har ett rätt tunt lövlager, som på försommaren i juni 1921 endast bestod av två årgångar. De gamla löven ligga helt löst och luckert på marken och äro ej sammanvävda med varandra genom svampmycel. De understa bladen bestå endast av ett skelett av nerver. Under lövlagret följer ett 5—6 cm mäktigt, luckert mullager av utpräglad grynstruktur, som utan antydning till blekjord övergår i en humusblandad brunjord. Blåbärsriset förekommer mycket spritt, utom inom ett mindre område, där bok saknas i beståndet. På denna plats finnes såsom nämnts å sid. 179 ett ganska tjockt råhumustäcke och rätt frodigt, tätt växande blåbärsris. Inom trakten är mullbildningen bunden till inblandningen av bok. Där bok saknas och beståndet utgöres enbart av barrträd, blir humustäcket mer eller mindre råhumusartat. En inblandning i granskogen av bok synes städse framkalla ett gott mulltillstånd. I de med bok insprängda granskogarna i trakten utgöres markbetäckningen av lätt multnande löv och barr samt mycket spridda örter och gräs såsom *Urtica dioeca*, *Senecio nemorensis*, *Soldanella montana*, *Actæa spicata*, *Pulmonaria saccharata*, *Prenanthes purpurea*, *Lactuca muralis*, *Myosotis silvatica*, *Petasites albus* av vilka flertalet ger nitratreaktion. En liknande inverkan som boken utövar lärken; lärkbarren multna lätt och ge upphov till en lucker mull.

Undersökta platser.

Se tab. 42.

1. *Urskogen vid Schattawa*. Markbetäckning av boklöv och tät *Oxalis*-matta.
2. *Urskogen vid Schattawa*. Markbetäckning av boklöv samt *Stellaria nemorum*, *St. holostea*, *Oxalis* etc.
3. *Urskogen vid Schattawa*. Begynnande råhumus under rent granbestånd.
4. *Urskogen vid Schattawa*. Råhumustäcke i rent granbestånd.
5. *Planterat lärk- och granbestånd vid Eleonorenhain*. Mullbildning under lärkbarr. *Oxalis*-mattor.

¹ Bokstäverna efter artnamnen angiva nitratreaktionens styrka, s = stark, t = tämligen stark, sv = svag, o = ingen.

Tab. 42. Undersökningar av humusprov från urskogen på Kubani och lärk-gran-bestånd vid Eleonorenhain.

Untersuchungen von Humusproben aus dem Urwalde auf Kubani und dem Lärchen-Fichtenbestand bei Eleonorenhain.

	1		2	3	4		5
	M. ¹	Br. ¹	M. ¹	M. ¹	F	H	M. ¹
PH	4,5	3,9	4,2	4,1	4,1	4,1	4,7
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	308	41	189	520	—	381	410
» » » omr.	780	166	452	1,350	—	652	903
» koeff. %	2,20	0,51	1,26	3,72	—	2,54	4,1
S-N. 3 mån. lagr. dir.	160	80	220	200	—	2	240
» » » omr.	405	326	526	519	—	3,4	529
» koeff. %	1,14	1,0	1,47	1,43	—	0,01	2,4
Inf. jord. 3 mån. lagr.	270	270	270	270	—	270	270
S-N. inf. » » dir.	200	80	190	240	—	6,8	300
» » » » omr.	506	326	455	623	—	12	661
N-tot. % dir.	1,4	0,8	1,5	1,4	1,6	1,5	1,0
» % omr.	3,5	3,3	3,6	3,6	1,8	2,6	2,2
CaO _{ass} % dir.	0,30	0,14	0,19	0,33	0,49	0,17	0,56
» % omr.	0,70	0,57	0,45	0,86	0,54	0,29	1,23
Glödförlust	39,5	24,6	41,8	38,5	90,9	58,5	45,4

¹ M = Mull, Br. = Brunjordsskikt (Braunerdeschicht).

Anhalt. *Bärenthoren*. Kartan sid. 209, nr 3.

Litteratur: A. MÖLLER (1920 och 1922, därstädes en rik litteraturförteckning), ALBERT (1921), CARL MAR. MÖLLER (1923), JENS HVASS (1923), Preussische Geol. Landesanst. (1908), WIEDEMANN (1925).

Undersökningarna ha här haft till uppgift att söka utreda, huruvida den av kammarherre VON KALITSCH använda, vittbekanta skogsbehandlingsmetoden inverkat på marken, framförallt på dess humustäcke och dettas beskaffenhet.

Bärenthoren är beläget på slutningen av höjdsträckan Fläming, som från Magdeburg går över Jüterbog till Niederlausitz och ligger på en höjd över havet av omkring 135 m. Den genomsnittliga årliga nederbörden kan uppskattas till omkring 550 mm. Skogsmarken, som undersökts av ALBERT (1921), utgöres av en något vattenhållande sand av diluvialt ursprung, uppkommen genom utspolning av sand- och grusmaterial från ändmoräner. Ett par ändmoränkullar finnas inom Bärenthorens skogen, men skogsmarken utgöres till övervägande del av sand. Moränlera träffas under sanden först på ett djup av 5 m eller mera. Sanden utmärker sig för fattigdom på kalk och fosforsyra. Den i varm koncentrerad saltsyra lösliga kalkmängden uppgår till omkring 0,04 %, totalhalten till omkring 0,30 %, den totala fosforsyrehalten uppgår till omkring 0,09 %, kalihalten till omkring 1,5 %. Mekanska jordanalyser, utförda av ALBERT enligt ATTERBERGS metod, ha visat följande sammansättning hos sanden. (Se även WIEDEMANN 1925, sid. 30).

mm	2—0,2	0,2—0,02	0,02—0,002	under 0,002
1—30 cm under ytan	76,6	15,7	4,4	3,3
30—60 » » »	83,0	13,3	2,7	1,0

Marken är något, men svagt podsolerad, rostjorden ofta klarröd. Inom vissa platser är marken mullartad med ett mullblandat sandskikt till 20 à 25 cm:s djup.

I sin första skildring av skogen på Bärenthoren framhåller MÖLLER (1920), att vegetationen genom den av VON KALITSCH införda risgödslingen starkt förändrats i den riktningen att mossor, örter och gräs invandrat, medan ljungen gått tillbaka. Enligt VON KALITSCH bestod den ursprungliga år 1884 rådande markbetäckningen så gott som uteslutande av ljung och lavar. Jämför man skogen på Bärenthoren med närmast omgivande marker får man ock intrycket av att markbetäckningen genom risgödslingen blivit rikare. I närmaste omgivningen observerar man mest enstaka magra exemplar av *Festuca ovina* och *Carex pilulifera*, medan ört- och gräsfloran inom skogen på Bärenthoren är rätt så artrik. Emellertid har WIEDEMANN (1925) kommit till den uppfattningen, att markbetäckningens förvandling genom risgödslingen är mera obetydlig och långt ifrån så stor, som MÖLLER och VON KALITSCH hålla före, samt att den ursprungligen varit bättre än som anges. Enligt min uppfattning har dock WIEDEMANN på intet vis gjort så ingående undersökningar, att denna fråga nu kan avgöras. Själv har jag fått det bestämda intrycket, att risgödslingen påverkar den levande markbetäckningen, men utan mycket ingående undersökningar är det naturligtvis omöjligt att säga, vilka arter som invandrat och vilka som förut funnits. Det bidrag till kännedomen om vegetationen i skogen på Bärenthoren, som här lämnas, kan med hänsyn till frågans betydelse, ha sitt värde. Om förteckningen än kunde önskas mera fullständig och detaljerad, är den dock vida mera ingående än både MÖLLERS och framförallt WIEDEMANN's mycket summariska redogörelse.

Den första förändring, som risgödslingen förorsakar, består enligt MÖLLER och VON KALITSCH däri, att ljungen försvinner eller går tillbaka. Här och där ser man ock, hurusom ljungen under tallriset är förstörd, medan den fortlever runt omkring den multnande rishögen. De multnande barren synas direkt döda ljungen. Samtidigt med att ljungen försvinner, minskas renlavsmattorna till arealen och ersätts enligt MÖLLER av ett mera svällande *Hylocomium parietinum*-täcke. I och omkring de multnande rishögarna observeras ett flertal växter såsom *Anthoxanthum odoratum* (karaktärsväxt), *Rumex acetosella* (ljusgrön, frodig), *Festuca rubra*, *Euphorbia cyparissias*, *Sieglingia decumbens* (oftast frodig), *Luzula pilosa* och *multiflora*, *Carex pilulifera*, *Chamænerium angustifolium* och *Rubus idæus*. Under riset bildas ett mullartat, men surt reagerande humustäcke. Ett större antal plantor av gräs och örter från rishögarna har av mig undersökts även med hänsyn till nitrathalten, men de ha i allmänhet givit ingen eller svag nitratreaktion. Tydlig eller t. o. m. stark nitratreaktion har dock iakttagits hos *Rumex acetosella*, *Anthoxanthum odoratum*, *Chamænerium angustifolium*, *Rubus idæus* samt hos *Viola riviniana*, *Pimpinella saxifraga* och *Senecio silvaticus*. En sedan längre tid tillbaka risgödslad yta har en oregelbunden, koloniliknande vegetation av *Festuca rubra*, *Anthoxanthum odoratum* och *Rumex acetosella* samt mera tunnsådda sådana växter som *Hieracium pilosella*, *Sieglingia decumbens*, *Chamænerium angustifolium*, *Agrostis tenuis*, *Luzula multiflora*, *Carex pilulifera*, *Poa pratensis*, *Viola canina*, ljung och renlav ha gått tillbaka, mossmattor av *Hylocomium parietinum* och *Dicranum undulatum* förekomma fläckvis. Men även mera direkt mullälskande växter synas gynnas i sitt uppträdande såsom *Hypochoeris radicata*, *Holcus lanatus* samt *Ajuga genevensis*.

Inom ett parti av Bärenthorens skogen äro mullväxterna mera framträdande, nämligen i Jagen 1, 9 och 10. Där antecknades *Fragaria vesca*, *Scrophularia nodosa*, *Filipendula hexapetala*, *Potentilla procumbens*, *Galium rotundifolium*, *Dactylis glomerata*, *Viola riviniana*, *Veronica chamædrys*, *Stellaria graminea*, *Rosa* sp. och *Lonicera periclymenum*. Detta område av Bärenthoren har enligt den geologiska kartan, bladen Nedlitz och Mühlstadt, ett bättre mera vattenhållande geologiskt underlag än de andra delarna av skogen. Enligt VON KALITSCH utmärkte sig denna del av skogen på 1880- och 1890-talen genom sin stora rikedom på ljung. Huruvida ovannämnda mullälskande eller mer fordrande växter äro ursprungliga på platsen eller invandrat på grund av risgödslingen vore av



Foto av HEDULFF.

Fig. 50. Tahföryngring å Bärenthoren.
Kiefernverjüngung in Bärenthoren.

stort intresse att genom jämförelse med omgivande marker söka få utrett. En växt, vars uppträdande och spridning gynnas av risgödslingen, är *Rhamnus frangula*, som kan ernå en rätt vacker storlek. Nötskrikan inplanterar ek och bok; de unga plantorna ha ett lovande utseende, men uppätas snart av rådjuren, varför denna lövträdsinvandring ej leder till några förändringar i beståndets karaktär.

På ett par områden har inplanterats ek, vilket tydligen lett till en förbättrad humus. Under de planterade ekarna har humustäcket, ehuru tunt, en utpräglad mullkaraktär.

Enligt ALBERTS (1921) undersökningar, som stödjade sig på ett femtiotal, år 1913 insamlade jordprov, utmärker sig marken i Bärenthoren i jämförelse med kringliggande, i geologiskt hänseende fullt likartad, men illa behandlad skogsmark, genom högre humus- och kvävehalt samt högre porvolym, såsom nedanstående tabell visar, stödd på ett flertal bestämningar.

	Humus	Kväve	Porvolym
1 a) Bärenthoren Jag. 6	2,55 %	0,080 %	52,20 %
1 b) Stadtforst Zerbst	1,60 %	0,045 %	46,20 %
2 a) Bärenthoren Jag. 16	2,35 %	0,072 %	51,85 %
2 b) Stadtforst Zerbst	1,45 %	0,040 %	44,56 %

Marken i Bärenthoren känns också för foten och spaden betydligt mjukare och luckrare än närliggande, på vanligt sätt behandlad skogsmark. Att risgödslingen även lett därtill att Bärenthoren återfått sin skogsmarkskaraktär framgår även därav, att *Monotropa hypopitys* där är vanlig, men enligt MÖLLERS uppgift sparsam eller sällsynt i omgivningen.

Med hänsyn till den viktiga frågan om det på Bärenthoren bedrivna skogsbrukssättets inverkan på marken kan det vara av intresse att här meddela en lista på de växter, som av mig antecknades vid mitt besök i juni 1921. För framtida undersökningar och jämförelse med andra trakter kan listan ha sitt värde.

Achillea millefolium (Jagen 6), *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis tenuis*, *Ajuga genevensis* (Jagen 15 b), *Armeria maritima*, *Arrhenatherum elatius* (Jagen 9), *Athyrium Filix femina*, *Betula verrucosa*, ungplantor (Jagen 42), *Brachypodium silvaticum* (Jagen 61), *Calamagrostis* sp., *Calluna vulgaris*, *Campanula rotundifolia*, *Carex hirta* (Jagen 1), *Carex leporina*, *Carex pallescens*, *Carex pilulifera*, *Chamaenerium angustifolium*, *Convolvulus arvensis*, *Corynephorus canescens*, *Dactylis glomerata* (Jagen 1), *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris Linnæana*, *Euphorbia cyparissias*, *Filipendula hexapetala* (Jagen 10), *Fragaria vesca* (Jagen 9, 10), *Festuca rubra*, *Galium rotundifolium* (Jagen 1), *Galium verum*, *Hieracium pilosella*, *Hieracium* cfr. *silvaticum*, *Holcus lanatus*, *Hypericum humifusum*, *Hypericum perforatum* (Jagen 1), *Hypochoeris radicata*, *Juncus effusus*, *Knautia arvensis* (Jagen 6), *Linaria vulgaris* (Jagen 1), *Lonicera periclymenum* (Jagen 9, 15 b), *Lotus corniculatus*, *Luzula pilosa*, *Luzula multiflora*, *Lycopodium clavatum*, *Melampyrum pratense*, *Moehringia trinervia* (Jagen 15 b), *Monotropa hypopitys*, *Oxalis acetosella* (Jagen 15 b), *Pimpinella saxifraga*, *Poa pratensis*, *Polypodium vulgare*, *Dryopteris spinulosa*, *Potentilla erecta*, *Potentilla procumbens* (Jagen 9), *Eupteris aquilina*, *Rhamnus frangula*, *Rosa* sp. (Jagen 9), *Rubus* cfr. *fruticosus* (Jagen 42), *Rubus idæus*, *Rumex acetosella*, *Sarothamnus scoparius* (Jagen 61), *Scrophularia nodosa* (Jagen 9), *Senecio silvaticus*, *Sieglelingia decumbens*, *Stellaria graminea* (Jagen 10), *Veronica chamædrys* (Jagen 9), *Veronica officinalis*, *Viola riviniana* (Jagen 9).

Utmed vägkanter i skogen observerades dessutom på några ställen *Astragalus glycyphyllos*, *Ononis* sp. (*repens*?) samt *Dianthus carthusianorum*.

Från följande punkter hopsamlades humusprov för närmare undersökning.

1. *Krakau*. Skog tillhörande Stadt Zerbst. Jagen 37. Illa behandlad yta med något mossor, låga och tunna lavar.

2. *Bärenthoren*. Jagen 16 a. Humus under ris. Mycket fattig och sparsam vegetation.

3. *Bärenthoren*. Jagen 10. Humus under ris. *Euphorbia cyparissias*.

4. *Bärenthoren*. Jagen 42. Humus under multnande ris. *Anthoxanthum odoratum* och *Sieglelingia decumbens*.

5. *Bärenthoren*. Jagen 42. Humus under multnande ris. *Rumex acetosella*.

6. *Bärenthoren*. Jagen 43. Humus under multnande ris. *Eupteris aquilina*.

7. *Bärenthoren*. Jagen 1. Mulljord. *Galium rotundifolium*.

8. Bärenthoren. Jagen 4. Mulljord. *Fragaria vesca*, *Viola riviniana*, *Rosa* sp., *Festuca rubra*.

9. Bärenthoren. Jagen 42. Plantering av ek. Mull. *Chamenerium angustifolium* och *Rubus* cfr. *fruticosus*.

10. Bärenthoren. Jagen 42. Ung ekplantering. Mull. *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Anthoxanthum odoratum*, *Euphorbia cyparissias*.

Tab. 43. Undersökningar av humusprov (F + H) från Bärenthoren.

Untersuchungen von Humusproben (F + H) aus Bärenthoren.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PH	3,6	3,6	3,7	3,9	3,9	4,2	4,2	4,1	4,0	4,4
Am-N. 3 mån. lagr. dir....	530	265	304	273	368	516	262	327	166	324
» » » omr....	703	401	390	721	673	1,015	1,248	1,387	777	2,115
Am-N. koef. %	3,53	2,20	2,17	3,34	3,35	4,30	4,38	4,67	2,37	5,39
S-N. 3 mån. lagr. dir.....	2,1	1,7	0,6	68	240	11,4	130	22	80	280
» » » omr.....	2,8	2,6	0,8	179	438	22,4	618,2	93,5	375	1,828
S-N. koef. %	—	—	—	0,76	2,19	0,1	2,17	0,31	1,14	4,67
Inf. jord. 3 mån. lagr.....	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
S-N. inf. » » dir.....	13	5	6,9	110	90	52,5	180	125	100	285
» » » » omr.....	17	7,6	8,8	290	164	103	856	531	468	1 863
N-tot. % dir.	1,5	1,2	1,4	0,9	1,1	1,2	0,6	0,7	0,7	0,6
» % omr.	2,0	1,8	1,8	2,4	2,0	2,0	2,9	3,0	3,3	3,9
CaO _{ass} % dir.	0,41	0,31	0,39	0,22	0,29	0,32	0,19	0,19	0,10	0,14
» % omr.....	0,54	0,47	0,49	0,58	0,53	0,63	0,90	0,89	0,47	0,92
Glödförlust.....	75,3	66,0	78,0	38,0	54,8	50,9	21,0	23,5	21,4	15,3

Skåne. Dalby kronopark. Skogsavdelningens gallringsytor i granskog n:r 54, I—IV och 539, I—IV. Kartan sid. 209, n:r 4.

Litteratur: SCHOTTE (1922 b).

Efterföljande undersökningsserie är avsedd att söka belysa den inverkan på marken, framför allt på humustäcket, som våra gallringsmetoder kunna utöva. Försöksytorna äro förlagda till planterad granskog, som uppdragits å förut kal ljunghed eller fäladsmark.

Försöksytan 54 anlades år 1906 i 31-årigt bestånd och innefattar fyra avdelningar.

I. Orörd jämförelseyta, där dock de torra och torkande träden uttagits. Av totalproduktionen, 638 kbm, har utgallrats 8 %.

II. Svag låggallring, varigenom av totalproduktionen, 625 kbm, uttagits 22 %.

III. Stark låggallring, varigenom av totalproduktionen, 675 kbm, uttagits 40 %.

IV. Stark och extra stark låggallring, den senare gallringsmetoden använd åren 1916, 1920 och 1926. Av totalproduktionen, 648 kbm, ha uttagits 51 %.

Samtliga avdelningarna ha av skogsavdelningen behandlats åren 1906, 1911, 1916, 1920 och 1926.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 51. Skåne. Dalby krpk. Planterad granskog. Markbetäckning av barr och kvistar. Provyta 54. Avdeln. II. Svag låggallring.

Gepflanzter Fichtenwald. Bodendecke aus Nadeln und Zweigen. Versuchsreihe (Fläche 54, Abt. II). Schwach durchforstete Fläche.

Ljustillgång och markvegetation undersöktes närmare av L.-G. ROMELL och OLOF TAMM 7-10/6 1920.

Ljusbemätningarna utfördes medels Wynnes fotometer på så sätt, att ljuset på fritt fält mättes av den ena, samtidigt med att den andra bestämde ljusstyrkan inuti beståndet. Uppskattningen av ljustillgången vid brösthöjd inom avd. IV grundar sig på ljusbemätningar inom beståndet, samtida med lika många på fritt fält; ljustillgången inom avd. III och I har undersökts genom jämförelse med IV. Markvegetationen uppskattades enligt LAGERBERG-RAUNKIÆRS system genom analys av i avd. III 72 st. och i avd. IV 81 st. 0,5 m² stora rutor i förbandet 9 × 9 i kvadrat.

Avd. I. Ljustillgång: 2 % av ljustillgången å fritt fält.

Markvegetation: Ingen med undantag av små mattor av *Lophocolea heterophylla*, *Plagiothecium denticulatum* och moss-protonema å mullvadshögar.

Avd. II. Ljustillgång: Ej bestämd.

Markvegetation: Svagt gröna fläckar här och där med samma vegetation som i yta III.

Avd. III. Ljustillgång: 5 % av ljustillgången å fritt fält.

Markvegetation: Se tab. 44.

Avd. IV. Ljustillgång: Ljusa fläckar 12 %, mörka 7 %, i det hela 9 % av ljustillgången å fritt fält.

Markvegetation: Se tab. 44.

Inom avd. III observerades ehuru de icke kommo inom ramarna *Ribes* sp., *Ranunculus auricomus*, *Mnium hornum*, *Catharina undulata*, *Dicranum majus* samt en obestämbär ormbunke. Inom avd. IV iakttogos *Acer* sp. (*pseudoplatanus*?), *Fraxinus excelsior*, *Prunus* sp. (*cerasus*), *Sambucus nigra*, *Ulmus scabra*, *Viburnum opulus*, *Adoxa moschatellina*, *Ajuga pyramidalis*, *Cerastium cæspitosum*, *Cirsium lanceolatum*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Dryopteris Filix mas*, *Dryopteris spinulosa*, *Galeopsis* sp., *Gnaphalium silvaticum*, *Hieracium pilosella*, *Knautia arvensis*, *Moehringia trinervia*, *Ranunculus acris*, *Senecio silvaticus*, *Solanum dulcamara*, *Solidago virgaurea*, *Stellaria* sp., *Mnium hornum*, *Brachythecium velutinum* samt moss-protonema.

På bägge avdelningarna äro växterna till största delen sterila och förete på grund av den starka skuggan ett egendomligt eller avvikande utseende, varför bestämningen av unglantorna ibland varit mycket svår eller osäker. Benägen hjälp har härvid lämnats av professor G. SAMUELSSON och magister E. ALMQUIST.

Hösten 1921, 25/10, antecknades inom avd. IV följande, ej förut nämnda arter, nämligen: *Ribes grossularia*, *Senecio vulgaris*, *Veronica chamædrys*, *Viola arvensis*, *Stellaria media* och *Hieracium* cfr. *silvaticum*.

Den huvudsakliga markbetäckningen utgöres av granbarr, som ligga ganska löst lagrade på marken. Under granbarrstäcket ett föga mäktigt, jämförelsevis luckert humuslager. Humuslagret är avgjort luckrare på den starkare gallrade än på den ogallrade eller svagt gallrade ytan. Under humusstäcket saknas blekjord; marken, som är sandig, synes tillhöra brunjordstypen.

Den andra försöksytan å Dalby kronopark, försöksytan 539, anlades år 1920 och är förlagd till en 34-årig granskog, uppdragen genom plantering å ljung-hed. Markbetäckningen utgöres av tunnsådda mossor; örter och gräs saknas.

Tab. 44. Markvegetationen i avd. III och IV av försöksytan 54 å Dalby kronopark i Skåne.

Undersökning 7—10/6 1920 av L.-G. ROMELL och OLOF TAMM. 0,5 m² småtytor i 9 × 9 ms förband.

Bodenvegetation in den Durchforstungsabteilungen III und IV der Versuchsreihe 54, Staatsforst Dalby, Schonen.

	Avd. III		Avd. IV	
	F % [†]	A % [†]	F %	A %
<i>Picea excelsa</i> , groddpl. 1—2 år	22	0	95	0
<i>Rubus idæus</i> , steril	3	0	23	0
<i>Sorbus aucuparia</i> , groddpl.	6	0	7	0
<i>Ulmus scabra</i> , groddpl.	1	0	—	—
<i>Cratægus</i> sp. groddpl.	—	—	1	0
<i>Viola silvestris</i>	1	0	43	0
<i>Campanula rotundifolia</i>	3	0	35	0
Gräs, sterila, obestämda	—	0	31	0
<i>Veronica officinalis</i>	6	—	20	2
<i>Taraxacum</i> sp.	3	0	17	0
Groddplantor, obestämda	25	0	12	0
<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	2	0
<i>Asperugo procumbens</i>	—	—	1	0
<i>Cirsium</i> sp.	—	—	1	0
<i>Epilobium montanum</i>	—	—	1	0
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	1	0
<i>Hypericum perforatum</i>	—	—	1	0
<i>Rumex acetosella</i>	—	—	1	0
<i>Stellaria graminea</i>	—	—	1	0
<i>Tussilago farfara</i>	—	—	1	0
<i>Eurynchium praelongum</i> var. <i>Stokesii</i>	62	1	98	23
<i>Brachythecium rutabulum</i>	18	0	83	18
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	40	0	56	0
<i>Lophocolea heterophylla</i>	19	0	35	0
<i>Mnium cuspidatum</i>	8	0	33	7
<i>Hylocomium proliferum</i> + <i>Thuidium</i>	3	0	16	0
<i>Catharinea undulata</i>	—	—	11	0
<i>Dicranum scoparium</i> + sp.	—	—	7	0
<i>Polytrichum attenuatum</i> + <i>juniperinum</i>	3	0	6	0
<i>Hylocomium squarrosum</i>	4	0	4	0
<i>Dicranella heteromalla</i>	4	0	—	—
<i>Mnium undulatum</i>	1	0	1	0
<i>Dicranum scoparium</i>	1	0	—	—
<i>Hylocomium parietinum</i>	1	0	—	—
<i>Plagiothecium undulatum</i>	1	0	1	0
<i>Stereodon cupressiforme</i>	1	0	—	—
<i>Thuidium tamariscifolium</i>	1	0	—	—

[†] F % = frekvensprocent, A % = arealprocent.

Vid mitt besök i okt. 1921 hade vegetationen på marken genom gallringen föga förändrats. Gallringsgraden och stamantalet per har framgår av nedanstående tabell.

Versuchsreihe (Fläche) 539, Dalby, Stamm- anzahl, Grundfläche und Kubikmasse des Bestandes (a) und des weggenommenen (b) Holzes	a. Kvarvarande			b. Utgallrat		
	Stam- antal st.	Grund- yta m ²	Kubik- massa kbm	Stam- antal %	Grund- yta %	Kubik- massa %
Avd. I. Stark krongallring	4,536	29,57	175	13,9	18,6	17,4
» II. Stark låggallring	3,636	27,93	162	31,0	20,5	19,2
» III. Extra stark låggallring	2,232	18,26	103	53,3	40,4	38,6
» IV. Örörd jämförelseyta	5,380	33,88	192	—	—	—

Tab. 45. Undersökningar av humusprov (F + H) från gallringsytor i Dalby krpk.
Untersuchung von Humusproben (F + H) aus Durchforstungsflächen im Staatsforst Dalby.

	Försöksyta 54				Försöksyta 539		
	Avd. I	Avd. II	Avd. III	Avd. IV	Avd. I	Avd. II	Avd. IV
PH	4,4	4,4	4,1	4,4	4,2	4,4	4,5
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	679	433	412	160	498	857	1,853
» » » omr.	833	592	1,001	376	610	966	2,136
Am-N. koef.	4,0	2,4	3,7	1,3	3,1	4,5	10,3
S-N. 3 mån. lagr. dir.	160	320	280	330	9,6	12,0	4,8
» » » omr.	196	438	681	775	11,8	13,5	5,5
S-N. koef.	0,9	1,8	2,6	2,8	0,06	0,06	0,03
Inf. jord. 3 mån. lagr.	200	200	200	200	200	200	200
S-N. inf. 3 mån. lagr. dir.	185	320	325	325	17	60	92
» » » omr.	227	438	791	763	20	68	106
N-tot. % dir.	1,7	1,8	1,1	1,2	1,6	1,9	1,8
» % omr.	2,1	2,5	2,7	2,8	2,0	2,1	2,1
CaO _{ass} % dir.	0,68	0,56	0,38	0,58	0,40	0,48	0,44
» % omr.	0,83	0,77	0,92	1,36	0,49	0,54	0,51
Glödförlust	81,5	73,2	41,1	42,6	81,6	88,7	86,8

Södermanland. Björkviks socken. Delar av Jönåkers häradsallmänning.
Kartan sid. 209, n:r 5.

Litteratur: HESSELMAN (1917 a och b), SCHOTTE (1921). Sveriges geologiska undersökning. Beskrivning till kartbladet Eriksberg (1867).

Skogarna i Björkviks sn i Södermanland, framförallt de, som tillhöra Jönåkers häradsallmänning, äro kända för sin stora virkesproduktion, vilket även väl belyses av de försöksytor, som skogsavdelningen utlagt i dessa trakter. Närmare upplysning härom finner man hos SCHOTTE (1921). Anledningen till den höga produktionen har ofta varit under debatt, ehuru man icke framkommit till några mer definitiva resultat. Då området syntes särdeles lämpligt för att studera humustäckets egenskaper i våra mera produktiva barrskogar, ha ganska många undersökningar förlagts till Björkviks sn.

Skogsbestånden, även de mera produktiva, tillhöra i regel den vanliga mossrika typen, utmärkt av *Hylocomium parietinum*, *H. proliferum*, *Hypnum crista*

castrensis och *Dicranum*-arter, endast mera sparsamt förekommer *Hylocomium triquetrum*. Bärrisen, blåbär och lingon, äro allmänna, men starkt tillbakaträngda i de mer slutna bestånden, där markbetäckningen ofta utgöres av ett rent mosstäcke. Örtvegetationen är den i våra barrskogar vanliga, *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europæa*, *Goodyera repens*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum pratense*. *Anemone nemorosa* spelar i barrskogsbestånden en underordnad roll och förekommer endast på mera fuktig och sidlänt mark. Med hänsyn till vegetationen finnes intet särskilt, som kan anses tyda på någon större produktionsförmåga hos marken, med undantag av några smärre områden med örtrik granskog. Vad som emellertid är anmärkningsvärt är, att även i smärre luckor i bestånden humustäcket försattes i en mera livlig omsättning än under det slutna kronskiktet och att denna livliga omsättning snabbt övergår i en livlig nitrifikation, yttrande sig bl. a. i uppträdande av sådana växter som *Rubus idæus*, *Chamænerium angustifolium*, *Galeopsis bifida* m. fl.

Berggrunden utgöres i övervägande grad av gnejs med här och där insprängd kornig kalksten. Där den korniga kalkstenen går i dagen, har den en tydlig inverkan på vegetationen och på eller invid kalkbergen finner man sådana kalkälskande växter som *Saxifraga tridactylites*, *Carex capillaris*, *Herminium monorchis*. Endast på dylika ställen finner man i denna trakt *Gymnadenia conopsea*, *Geranium sanguineum*, *Origanum vulgare*, *Calamintha acinos*, *Arabis hirsuta*, *Sedum album*. Den korniga kalkstenen är emellertid hård och svårförvittrad, varför urbergsmoränens kalkhalt knappast torde ha påverkats. I skärningar i morän, t. ex. mellan Vedeby och apoteket, ser man större kalkstensblock, men dessa äro föga vittrade och vegetationens karaktär utanför de egentliga små kalkområdena ger intryck av att moränens kalkhalt är låg. Den hårda korniga kalkstenen spelar i detta fall tydligen en mycket mindre roll än de mera mjuka siluriska skifferna. En fullständig kemisk analys (Bauchanalys) av sanden under ett vackert, ofta undersökt bestånd visar ävenledes en ringa kalkhalt.

Endast ett mindre antal bestånd ha undersökts, men dessa ganska ingående, då ett par av dem använts som jämförelseobjekt vid studiet av norrländska skogar med starkt utvecklat råhumustäcke.

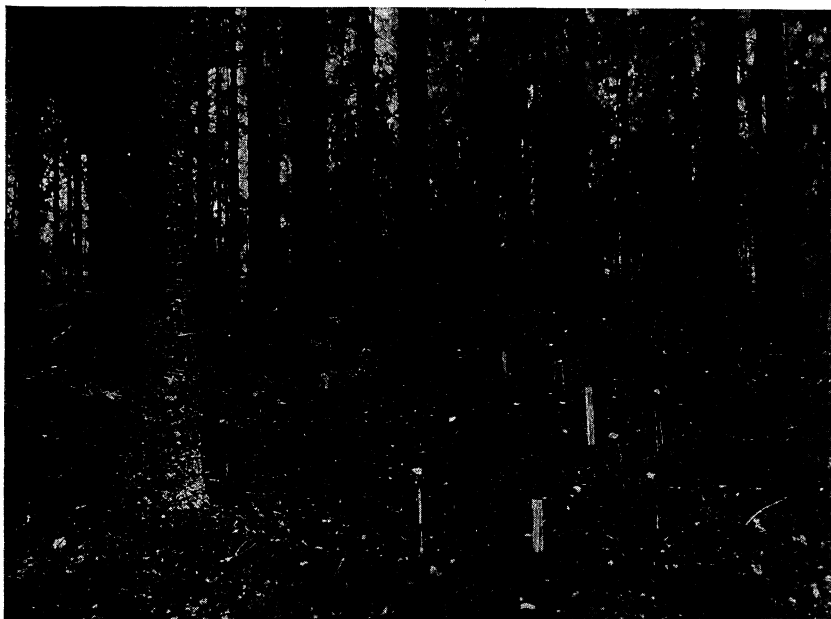
1. *Glindran*. Bestånd av tall och gran, väl slutet, på åssand. Markbetäckning (se analys n:r 1, sid. 399) huvudsakligen av mossor; ris låga, spridda och av underordnad betydelse (se fig. 52).

2. *Glindran*. Samma bestånd, men ett mindre område med starkt utvecklat täcke av blåbärris.

3. *Dybromon*. Skogsavdelningens provyta n:r 9 II (SCHOTTE 1921, sid. 37) förlagt i ett kulturbestånd av tall och gran, uppdraget genom sådd år 1866. Beståndet låggallrat åren 1903, 1909, 1912 samt extra starkt 1917 och 1920. Beståndet närmar sig SCHWAPPACHS tallbonitet I. Beståndet ligger på sluttningen av en rullstensås, men ett på föga djup uppträdande, hårt packat moränliknande underlag bidrager till att hålla marken mer fuktig än vanligen är fallet på rullstensgrus.

4. *Björndalssund*. Skogsavdelningens försöksyta n:r 128 med en virkesproduktion av 890 kbm vid en ålder av 150 år (se SCHOTTE 1921, sid. 23—25). Plan moränmark med normal podsolering (se vidare sid. 400: 4 och fig. 53).

5. *Ålgölskvarn*. Granskog av *Dryopteris*-typ norr om den lilla ån. Skogsavdelningens provyta nr 136 med en år 1909 uppskattad kubikmassa av 503,8 kbm. Undersökningarna ha utförts i tvenne delar av beståndet, den ena representerande en mera örtrik, den andra en mera artfattig facies. I den mera örtrika delen saknas ett klart utbildat blekjordslager. Under det mera mulliknande humustäcket följer ett 4—5 cm mäktigt, mullblandat skikt, vilande på ett mera fast skikt med antydning till rostjord. Profilen i den örtfattigare delen är mera normal med ett 4—5 cm mäktigt blekjordslager



Ur Statens skogsforsöksanst. saml.

Foto av förf.

Fig. 52. Södermanland. Björkviks sn. Glindran. Slutet tall-granskog med rent mosstäcke.

Geschlossener Kiefern-Fichtenwald mit reiner Moosdecke.

och ett rostjordsskikt, som i sin övre del är mera mörkt rostfärgad, i sin undre ljus och rödflammig. Marken utgöres på båda platserna av lera, dock något mer sandblandad på den sistnämnda.

Jordmänsbildningen i trakten utmärker sig för övrigt genom att blekjorden i regeln är mindre mäktig, 4—5 cm, samt av att rostjorden har en mera klart roströd färg. Ingenstädes har iakttagits någon tendens till ortstensbildning, utan rostjorden har på alla undersökta platser haft en mera lös och lucker struktur.

6.—9. För att få en uppfattning om urkalkens mera direkta inverkan på humustäcke och markbetäckning ha undersökts dels ett mera slutet tallbestånd på en större urkalklins vid *Djupviksnäs* söder om sjön Näsnaren, dels några mera öppna bestånd såsom vid *Hjulbonäs* och *Lopsjötorp* i Stora Malms sn; vegetationsbeskrivningar och redogörelser för humusundersökningar återfinnas under provvytsnumren. Dessutom ha undersökts humusprov dels från *smärre*

föryngringsluckor, såsom invid provytan n:r 1, dels från kalhygget vid åsen nära Glindran. Vegetationen å detta kalhygge, som utmärker sig för sin utpräglad nitratofila flora med hög nitrathalt i växternas vävnader, har av mig beskrivits 1917 (HESSELMAN 1917 b). Jordprov från detta hygge ha använts för studiet av nitrifikation efter infektion. Vegetationsbeskrivning å luckan och redogörelse för humusundersökningar återfinnas under n:r 9; ang. vegetationen å kalhygget hänvisas till min avhandling av år 1917 sid. 1032—1035.

Vegetationsbeskrivningar.

1. Glindran, Björkviks socken. 50 småtor. ¹⁸/₈ 1919.

Ris, trädplantor:	F %	A %
<i>Picea excelsa</i> , plantor.....	84	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	12	—

Örter, gräs:

<i>Goodyera repens</i>	6	0
<i>Mayanthemum bifolium</i>	4	—

Mossor:

<i>Hylocomium proliferum</i>	100	44
» <i>parietinum</i>	100	34
<i>Hypnum crista castrensis</i> ..	70	1
<i>Dicranum undulatum</i>	22	0
<i>Hylocomium triquetrum</i>	12	—

Inom ytan, men ej inom småytorna:

Eupteris aquilina, *Calamagrostis arundinacea*, *Luzula pilosa*.

2. Glindran, Björkviks socken, mellan ytan 1 och vägen, ett parti, mera rikt på blåbärsris, 25 småtor. ²⁶/₈ 1919.

Ris, trädplantor:	F %	A %
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	40
» <i>vitis idæa</i>	84	0
<i>Picea excelsa</i>	64	—
<i>Linnæa borealis</i>	36	—

Örter, gräs:

<i>Mayanthemum bifolium</i>	20	—
<i>Luzula pilosa</i>	12	—
<i>Goodyera repens</i>	4	—
<i>Agrostis</i> sp.....	4	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	4	—

Mossor:

<i>Hylocomium proliferum</i>	100	42
<i>Hypnum crista castrensis</i>	92	22
<i>Hylocomium parietinum</i>	84	12
<i>Dicranum undulatum</i>	36	—
<i>Hylocomium triquetrum</i>	4	—

3. *Dybromon*, Björkviks socken. Skogsavdelningens provyta 9 II. Mellan träden 447, 437 och 391, 378. 50 småtor. ²⁴/₈ 1919.

Ris:	F %	A %
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	98	13
» <i>myrtillus</i>	96	16
<i>Pyrola secunda</i>	14	—
<i>Calluna vulgaris</i>	6	2
<i>Chimaphila umbellata</i>	4	—
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2	0

Örter, gräs:

<i>Luzula pilosa</i>	56	1
<i>Melampyrum pratense</i>	24	—
<i>Festuca ovina</i>	2	1
<i>Fragaria vesca</i>	2	—

Mossor:

<i>Hylocomium parietinum</i>	100	68
<i>Dicranum undulatum</i>	64	6
<i>Hylocomium proliferum</i>	26	3
<i>Polytrichum juniperinum</i>	8	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	6	—
<i>Dicranum fuscescens</i>	2	—

4. *Björndalssund*, Björkviks socken. Skogsavdelningens provyta n:r 138. 25 småtor. ¹⁹/₈ 1909.

Örter:	F %	A %
<i>Goodyera repens</i>	4	—
<i>Melampyrum pratense</i>	4	—

Mossor:

<i>Hylocomium parietinum</i>	100	54
» <i>proliferum</i>	100	10
<i>Hypnum crista castrensis</i>	24	—
<i>Hylocomium triquetrum</i>	20	—

Samma bestånd, parti bevuxet med något *Majanthemum*. (Yta mellan träden 230, 232 och 190, 197). ¹⁹/₈ 1919.

Örter:	F %	A %
<i>Majanthemum bifolium</i>	84	2
<i>Goodyera repens</i>	8	—
<i>Melampyrum pratense</i>	4	—

Mossor:

<i>Hylocomium proliferum</i>	100	31
» <i>parietinum</i>	96	42
<i>Dicranum undulatum</i>	20	1
<i>Hypnum crista castrensis</i>	8	—
<i>Polytrichum commune</i>	8	—

5 a. Ålgölskvarn, Björkviks socken. Granskog av *Dryopteris*-typ, parti med högre ormbunkar. 25 småtor. ²⁴/₈ 1919.

Ris, trädplantor:	F %	A %
<i>Picea excelsa</i> , groddplantor	84	9
<i>Vaccinium myrtillus</i>	44	4
<i>Lycopodium annotinum</i>	12	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	4	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	4	—

Örter, gräs:

<i>Oxalis acetosella</i>	100	7
<i>Luzula pilosa</i>	92	2
<i>Majanthemum bifolium</i>	88	0
<i>Dryopteris Phegopteris</i>	68	11
» <i>Linnæana</i>	64	5
<i>Viola riviniana</i>	44	—
<i>Veronica officinalis</i>	24	—
<i>Dryopteris spinulosa</i>	20	8
<i>Veronica chamædrys</i>	20	2
<i>Cerastium cæspitosum</i>	20	—
<i>Athyrium Filix femina</i>	16	11
<i>Anemone nemorosa</i> ¹	16	—
<i>Eupteris aquilina</i>	12	3
<i>Trientalis europæa</i>	12	—
<i>Stellaria longifolia</i>	8	—
<i>Poa</i> sp.	8	—
<i>Agrostis tenuis</i>	4	—
<i>Calamagrostis</i> sp.	4	—

Mossor:

<i>Hylacomium proliferum</i>	100	38
» <i>parietinum</i>	80	14
» <i>triquetrum</i>	72	0
<i>Bryum roseum</i>	72	—
<i>Plagiochila asplenoides</i>	56	—
<i>Mnium cuspidatum</i>	28	2
<i>Thuidium tamariscifolium</i>	20	—
<i>Dicranum</i> sp.	16	—
<i>Polytrichum commune</i>	16	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	12	—

5 b. Ålgölskvarn. Granskog av *Dryopteris*-typ. Anteckning i nedre delen av beståndet. 50 ytor, täckning i tiondedelar. ²²/₈ 1919.

Ris, trädplantor:	F %	A %
<i>Picea excelsa</i>	74	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	12	—

¹ Vid grävning av jordprofil visade det sig, att *Anemone* fanns ganska mycket mer än vad vegetationsanalysen angiver.

	F %	A %
<i>Sorbus aucuparia</i>	14	—
<i>Pyrola uniflora</i>	6	0,2
<i>Chimaphila umbellata</i>	4	—
<i>Pyrola secunda</i>	2	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	2	—
<i>Polypodium vulgare</i>	2	—
Örter, gräs:		
<i>Oxalis acetosella</i>	100	6
<i>Majanthemum bifolium</i>	58	0
<i>Luzula pilosa</i>	54	0
<i>Dryopteris Linnæana</i>	22	—
<i>Veronica officinalis</i>	14	—
<i>Viola riviniana</i>	8	—
<i>Trientalis europæa</i>	4	—
<i>Anemone nemorosa</i>	4	—
<i>Cerastium cespitosum</i>	4	—
<i>Geranium robertianum</i>	2	—
<i>Veronica chamædrys</i>	2	—

Mossor:

<i>Hylocomium proliferum</i>	92	35
» <i>parietinum</i>	74	16
» <i>triquetrum</i>	24	1
<i>Mnium cuspidatum</i>	18	—
<i>Bryum roseum</i>	12	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	8	—
<i>Plagiochila asplenoides</i>	2	—
<i>Dicranum undulatum</i>	2	—

En räkning av de små granplantornas antal gav ett resultat av 314,000 per har.

6. Kalkhäll med tallskog mellan *Djupvik* och *Djupviksnäs*, Björkviks socken.
15/8 1919.

Hällarna av urkalk mellan *Djupvik* och *Djupviksnäs* äro bevuxna med en tämligen väl sluten, rätt vacker tallskog med en örtrik markbetäckning.

Buskar, t.

<i>Juniperus communis</i> , t.	<i>Rhamnus cathartica</i> , e.
<i>Corylus avellana</i> , e.	» <i>frangula</i> , e.
<i>Cotoneaster nigra</i> , e.	<i>Rubus idæus</i> , e.
<i>Daphne mezereum</i> , e.	<i>Sorbus aucuparia</i> , e.
	» <i>suecica</i> , e.

Ris, t.

<i>Vaccinium myrtillus</i> , t.	<i>Calluna vulgaris</i> , e.
» <i>vitis idæa</i> , t.	<i>Pyrola secunda</i> , e.

Örter och gräs, r.

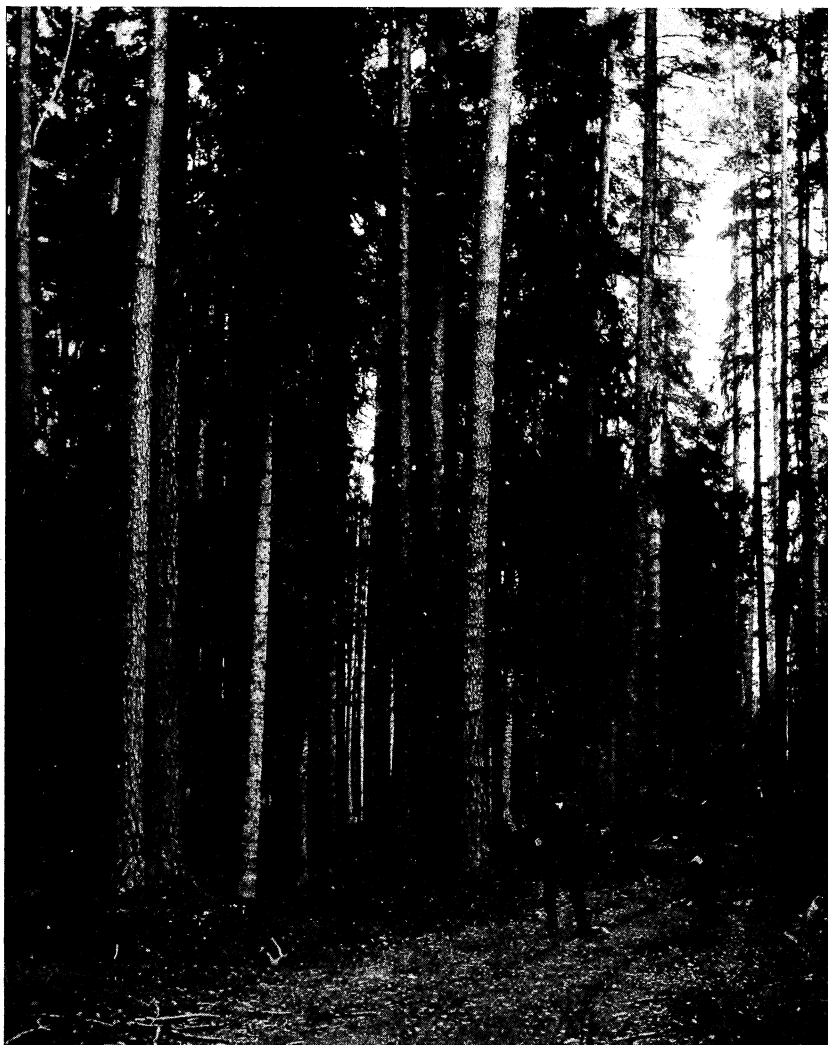
<i>Fragaria vesca</i> , r.	<i>Campanula rotundifolia</i> , e.
<i>Festuca ovina</i> , s-r.	<i>Cirsium lanceolatum</i> , e.
<i>Agrostis tenuis</i> , t.	<i>Epilobium montanum</i> , e.
<i>Anemone hepatica</i> , t.	<i>Galium boreale</i> , e.
<i>Carex digitata</i> , t.	» <i>verum</i> , e.
<i>Calamagrostis</i> sp., t.-s.	<i>Geranium robertianum</i> , e.
<i>Eupteris aquilina</i> , t., flv.r.	<i>Goodyera repens</i> , e.
<i>Geranium sanguineum</i> , t.	<i>Helleborine latifolia</i> , e.
<i>Luzula pilosa</i> , t.	<i>Lactuca muralis</i> , e.
<i>Melica nutans</i> , t.	<i>Lathyrus pratensis</i> , e.
<i>Potentilla erecta</i> , t.	<i>Majanthemum bifolium</i> , e.
<i>Rubus saxatilis</i> , t.	<i>Monotropa hypopitys</i> v. <i>glabra</i> , e.
<i>Vicia sepium</i> , t.	<i>Polygala amarellum</i> , e.
<i>Viola canina</i> , t.	<i>Prunella vulgaris</i> , e.
<i>Antennaria dioeca</i> , e-t.	<i>Ranunculus acris</i> , e.
<i>Campanula persicifolia</i> , e-t.	<i>Sedum acre</i> , e.
<i>Satureja vulgaris</i> , e-t.	» <i>album</i> , e.
<i>Agrostis canina</i> , e.	<i>Stellaria longifolia</i> , e.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> , e.	<i>Veronica chamædrys</i> , e.
<i>Briza media</i> , e.	» <i>officinalis</i> , e.

Mosstäcke, tätt och täckande: *Hylocomium parietinum*, *H. proliferum*, *H. triquetrum*, *Hypnum crista castrensis*, *Dicranum undulatum*, *Sphærocephalus palustris*.

Vegetationens karaktär i denna tallskog är tydligen mycket nära knuten till kalkstensförekomsten. Intill kalkstenen finnas partier med finkornig gnejs. Där förekomma endast *Vaccinium vitis idæa*, *V. myrtillus* och *Calluna vulgaris* samt de vanliga skogsmossorna *Hylocomium parietinum*, *H. proliferum*, *Dicranum undulatum* jämte *Cladina rangiferina* och *C. silvatica*. I skrevorna finnas tuvor av *Sphagnum acutifolium*. Humustäcket är en utpräglad råhumus. På kalken däremot finnes närmast hällen mull och i skrevorna växa *Origanum vulgare*, *Fragaria vesca* och *Geranium sanguineum*.

7 och 8. Vid Lopsjötorp (yta n:r 7) och Hjulbonäs (yta n:r 8) är trädvegetationen mera öppen och gles, i synnerhet på det senare stället. Vid Lopsjötorp förekommer i huvudsak samma vegetation som vid Djupviksnäs. Vid Hjulbonäs, där en mera tunn vittringsjord täcker hällen är kalkpåverkan tydligare. Anmärkningsvärda växter äro *Campanula cervicaria*, *Viola rupestris*, *Saxifraga tridactylites*, *Filipendula hexapetala* samt i lund vid kalkbergets fot *Lathyrus vernus*, *Viola mirabilis* och *Anemone hepatica*; den senare massvis och ovanligt frodig. Mossvegetationen å Hjulbonäs avviker skarpt från den å gnejsen i trakten och består bl. a. av *Bryum capillare*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta contorta*, *Tortella tortuosa*, *Stereodon cupressiforme*, *Thuidium abietinum* och *Tortula ruralis*.

9. Glindran, Björkviks socken. Mindre lucka nära bestånd 1, 15 × 12 m. 60 småtytor. ¹⁸/₈ 1919.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 53. Södermanland, Björkviks sn. Jönåkers häradsallmäning. Barrblandskog.
 } Försöksytan 138.

Nadelmischwald. Versuchsfläche Nr 138.

Ris, buskar, trädplantor:

	F %	A %
<i>Rubus idæus</i>	42	11
<i>Picea excelsa</i>	40	—
<i>Calluna vulgaris</i>	2	1 1/2
<i>Sorbus aucuparia</i>	2	—

Tab. 46. Undersökningar av humusprov från Björkviks sn, Södermanland.
Untersuchung von Humusproben aus dem Kirchspiel Björkvik, Södermanland.

	1		1 b		2		3		4		5 a	5 b	6		7	8	9
	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	H	H	F	H	H	H	F
PH	4,2	3,8	4,4	4,2	4,9	3,8	4,4	4,1	4,2	3,9	5,6	5,4	5,6	6,2	7,7	7,9	4,8
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	1,906	521	1,376	453	918	521	1,286	532	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » omr.	3,106	1,686	1,938	618	—	—	2,750	1,195	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Am-N. koef.	19,4	6,48	—	—	—	—	11,02	7,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S-N. 3 mån. lagr. dir.	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0,3	3,5	3,5	—	7	0,9	18	—
» » » omr.	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S-N. koef.	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Inf. jord. 3 mån. lagr.	190	190	380	380	190	190	190	190	—	200	—	—	—	—	—	—	—
S-N. inf. 3 mån. lagr. dir.	161	0	48	14	700	0,9	4,7	1,8	—	7,5	—	—	—	—	—	—	—
» » » » omr.	262	0	68	19	—	—	10,1	4,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N-tot. % dir.	1,0	0,8	—	—	—	—	1,1	0,7	1,6	1,5	1,4	1,4	—	0,9	0,7	0,5	2,02
» % omr.	1,6	2,6	—	—	—	—	2,4	1,6	1,7	1,9	2,5	2,5	—	1,9	2,7	3,3	2,40
CaO _{ass} % dir.	0,64	0,33	0,71	0,62	—	—	0,57	0,44	0,45	0,46	0,22	0,22	—	1,01	0,92	0,88	0,96
» % omr.	1,04	1,07	1,00	0,85	—	—	1,22	0,99	0,48	0,58	0,38	0,39	—	2,14	3,50	5,88	1,14
Glödförlust.	61,4	31,0	71,0	73,3	—	—	46,8	44,5	94,4	79,3	57,9	57,1	—	47,1	26,3	15,0	84,0

1 = Provyta 1, undersökt sept. 1920. 1 b = Provyta 2, undersökt okt. 1922. Undersökningslokaler, se sidd. 397—399.

Örter, gräs:	F %	A %
<i>Luzula pilosa</i>	7	2
<i>Taraxacum officinale</i>	5	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	2	1
<i>Chamænerium angustifolium</i>	2	0
<i>Triticum repens</i>	2	—
Mossor:		
<i>Hylocomium parietinum</i>	100	56
» <i>proliferum</i>	100	28
<i>Dicranum undulatum</i>	30	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	24	—
<i>Dicranum scoparium</i>	2	—
<i>Polytrichum commune</i>	2	0
Dessutom <i>Galeopsis bifida</i> 1 exemplar.		

Vid undersökning såväl aug. 1919 som i synnerhet hösten 1920 gävo *Rubus idæus*, *Luzula pilosa*, *Taraxacum officinale*, *Galeopsis tetrahit* och *G. bifida* samt *Chamænerium angustifolium* stark nitratreaktion.

Uppland. Djursholm. Lövskogar nära stranden av Svalnäsviden. Kartan sid. 209, n:r 6.

Litteratur: HESSELMAN (1917 a).

Undersökningarna avse endast att få någon jämförelse med förhållandena i barrskogen. Undersökningarna ha omfattat dels ett mindre albestånd å strandgyttja, beskriven i min avhandling av 1917 (1917 a, sid. 457—458), dels ock den ekskog, som ävenledes finnes beskriven i samma avhandling (1917 a, sid. 430—431). I ekskogen togos prov på tvenne mindre områden under ekarna, det ena med förhärskande *Convallaria majalis*, det andra med riklig *Allium oleraceum*. I nedan anförda tabell betecknas albeståndet med 1, ekbestånd med *Convallaria* 2, d:o med *Allium* 3.

Tab. 47. Undersökning av humusprov (F+H) från lövskogar å Djursholm.
Untersuchung von Humusproben (F+H) aus Laubwäldern bei Djursholm (Uppland).

1 Erlenbestand; 2—3 Eichenbestand, 2 mit <i>Convallaria majalis</i> ; 3 mit <i>Allium oleraceum</i> .	1	2	3
PH	4,9	5,7	6,5
S-N. urspr.	100	0,8	16
» 3 mån. lagr. dir.	938	80	160
» » » omr.	1,780	781	1,932
CaO _{ass} % dir.	0,53	0,30	0,44
» % omr.	1,01	2,93	5,32
Glödförlust	52,7	10,3	8,3

Uppland. Fåby urskog nära Uppsala. Ren granskog. Kartan sid. 209, n:r 8. Undersökt ²²/₁₀ 1924.

Litteratur: SERNANDER 1918 b.

Undersökning har endast utförts inom ett yngre parti av den s. k. urskogen i ett rent granbestånd med tunn mossmatta, spridda små blåbärsris och *Deschampsia flexuosa*.

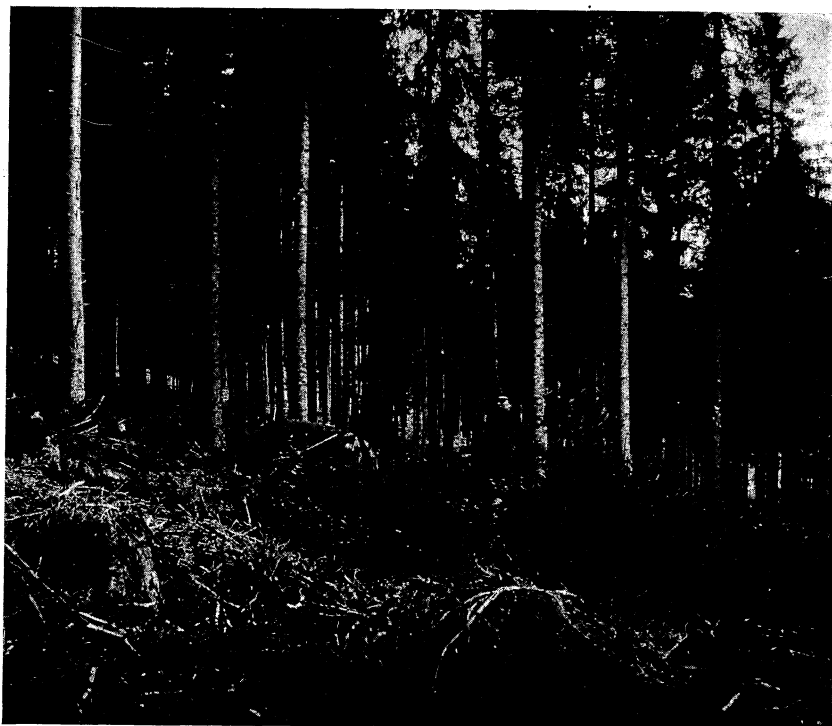
Tab. 48. Undersökning av humusprov från Fiby urskog.
Untersuchung von Humusproben aus Fiby (Uppland).

	F	H
PH	3,9	3,9
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	985	534
» » » omr.	1 119	764
S-N. » » dir.	8	3,2
» » » omr.	9,1	4,6
Inf. jord. » »	445	445
S-N. inf. » » dir.	640	25
» » » » omr.	727	36
Glödförlust	88,0	70,0

Värmland. *Karlskoga bergslag. Alkvettern.* Lanforsbeståndet. Kartan sid. 209, n:r 7. Undersökt 3/II 1920.

Litteratur: SCHOTTE (1915 a och b), HESSELMAN (1917 b).

Mossrik granskog, väl sluten, med spridda risfläckar och enstaka örter. Markbetäckning tämligen överensstämmande med beståndet vid Ängfallet (se HESSELMAN 1917 b, sid. 1036). Prov ha tagits dels å ett område med ett mera rent mosstäcke (1), dels i en fläck med blåbärsris (2).



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 54. Värmland. Alkvettern. Lanforsbeståndet. Föryngring i lucka. 24 sept. 1920.
Verjüngung in einer Lichtung.

Tab. 49. Undersökning av humusprov från Alkvettern.
Untersuchung von Humusproben aus Alkvettern.

Moosreicher Fichtenwald, 1 mit ziemlich reiner Moosdecke, 2 Fleck mit Heidelbeere.	I	2
	F + H	F + H
PH	4,3	4,6
Am-N. 3 mån. lagr. dir.....	763	1,238
» » » omr.	865	4,872
» koef. %	5,40	13,9
S-N. urspr.	1,1	—
» 3 mån. lagr. dir.....	1,6	0
» » » omr.	1,8	0
Inf. jord. 3 mån. lagr.....	190	190
S-N. inf., » » dir.	4,6	95
» » » » omr.	5,2	374
N-tot. % dir.	1,4	0,9
» % omr.	1,6	3,5
CaO _{ass} % dir.	0,31	0,41
» % omr.....	0,35	1,61
Glödförlust.....	88,1	25,4

Hälsingland. *Voxna socken.* *Voxna.* Gallringsförsök i tallskog. Skogsavdelningens provytor 60 och 61. Markundersökningar utförda 1920 och 1921. Kartan sid. 209, nr 11.

Litteratur: SCHOTTE (1917, sid. 118).

Provytan 61. Bornsberget. Provytan är belägen å blockrik moränmark i en sluttning mot söder. Då marken är något ojämn och då borning med tillväxtborrh visat, att träden i beståndets olika delar reagera olika kraftigt mot gallringen förlades den mera detaljerade undersökningen till ett parti, där tillväxtökningen var mera påtaglig och framträdande. I jämförelsebeståndet utvaldes ett så vitt möjligt likbeläget parti.

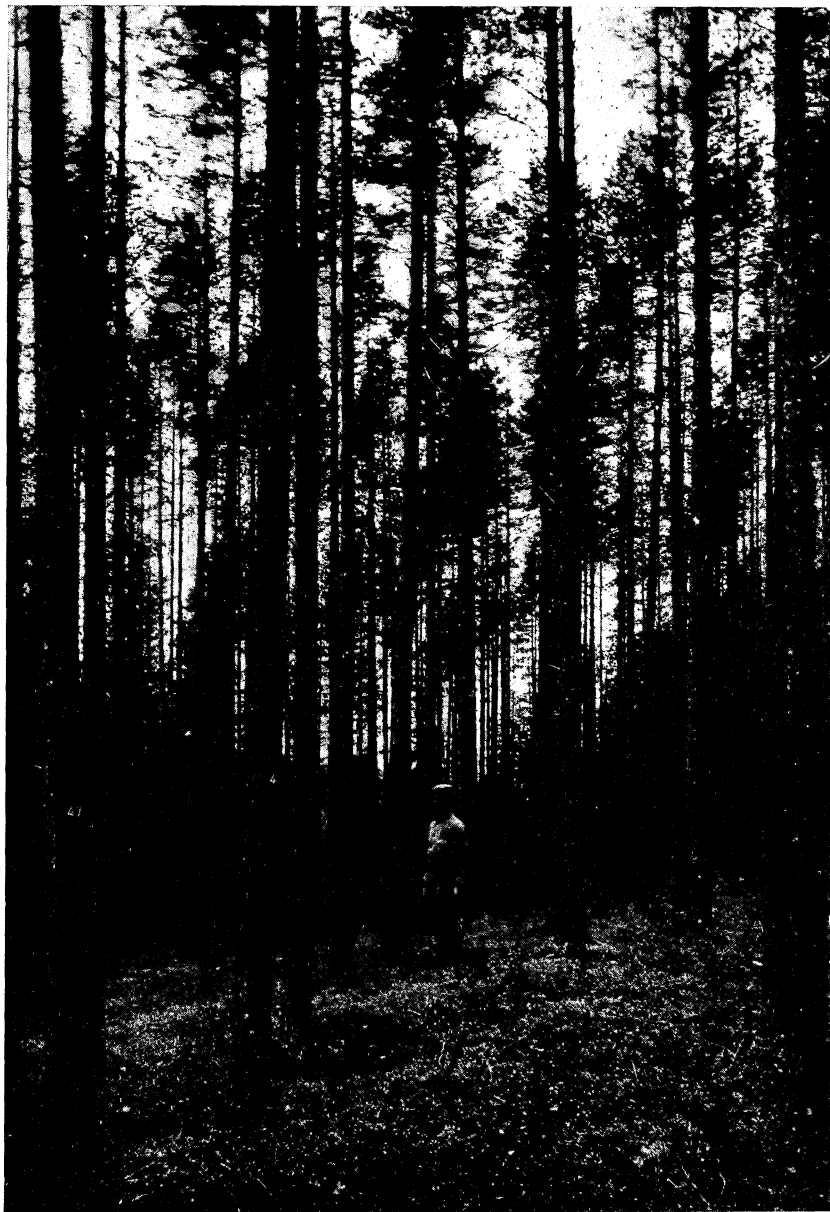
Tab. 50. Markvegetation i gallringsytan vid Voxna.
Bodenvegetation in Durchforstungsfläche bei Voxna.

	Gallrad yta		Ogallrad yta	
	F %	A %	F %	H %
Ris:				
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	100	4,4	100	6,8
» <i>myrtillus</i>	96	24	92	14,8
<i>Linnæa borealis</i>	32	—	76	—
<i>Lycopodium annotinum</i>	—	—	8	—
Gräs och örter:				
<i>Deschampsia flexuosa</i>	—	—	4	—
<i>Dryopteris Linnæana</i>	4	—	4	—
<i>Trientalis europæa</i>	—	—	—	—
Mossor:				
<i>Hylocomium parietinum</i>	100	43,2	100	47,6
» <i>proliferum</i>	52	2,0	48	2,00
<i>Dicranum undulatum</i>	84	8,8	72	4,4
» <i>scoparium</i>	40	—	52	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	44	—	52	1,6
<i>Polytrichum juniperinum</i>	—	—	8	—
Blad, barr och bark	100	46,4	100	40,8

Tab. 51. Undersökningar av humusprov från gallringsytor i tallskog vid Voxna.
Untersuchung von Humusproben aus Durchforstungsflächen bei Voxna.

	Ogallrad yta, undersökt 1921						Gallrad yta, undersökt 1921						Ogallrad yta, undersökt 1920		Gallrad yta, undersökt 1920		Prov- yta 60	Jämf.- yta 60	
	1	2	3	4	5	Medel- tal	6	7	8	9	10		Medel- tal	11	12	13	14	15	16
	F+ H	F+ H	F+ H	F+ H	F+ H		F+ H	F+ H	F+ H	F+ H	F	H		F+ H	F+ H	F+ H	F+ H	F+ H	F+ H
PH	3,8	3,9	3,9	3,9	4,0	3,90	3,8	3,9	3,8	3,8	3,9	3,7	3,82	3,6	3,8	3,8	—	3,7	3,7
Am-N. urspr. dir.....	0	0	200	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
» » omr.	0	0	210	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
» 3 mån. lagr. dir.	416	317	237	365	99	287	26	547	421	108	750	282	356	609	104	419	924	643	313
» » » omr. ...	444	339	249	397	106	307	29,6	604	478	115	805	346	396	707	121	487	1 067	839	368
» koeff. %	2,31	2,12	1,70	2,60	0,55	—	0,20	3,42	3,24	0,78	4,41	2,17	—	5,53	0,95	3,05	8,89	5,36	3,14
S-N. 3 mån. lagr. dir.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0,9	1,1	1,5	0,8
» » » omr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	1,0	1,3	2,0	0,9
» koeff. %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—	—	—	—
Inf. jord. 3 mån. lagr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	200	190	190	200	200
S-N. inf. 3 mån. lagr. dir.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,1	0	0,8	1,2	0,8
» » » » omr....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,2	0	0,9	1,6	0,9
N-tot. % dir.	1,8	1,5	1,4	1,4	1,8	1,58	1,3	1,6	1,3	1,4	1,7	1,3	1,43	1,1	1,1	1,4	1,0	1,2	1,0
» % omr.	1,9	1,6	1,5	1,5	1,9	1,68	1,5	1,8	1,5	1,5	1,8	1,6	1,61	1,3	1,3	1,6	1,2	1,6	1,2
CaO _{ass} % dir.	0,41	0,61	0,51	0,62	0,76	0,58	0,48	0,58	0,46	0,62	0,61	0,39	0,51	0,35	0,34	0,33	0,47	0,33	0,34
» % omr.....	0,44	0,65	0,55	0,67	0,81	0,62	0,54	0,64	0,52	0,66	0,65	0,48	0,58	0,41	0,41	0,38	0,54	0,43	0,40
Glödförlust.....	93,7	93,2	95,4	91,9	93,4	93,92	88,6	90,7	88,1	94,0	93,2	81,6	89,37	86,2	86,2	85,9	86,6	76,7	85,1

Ogallrad = nicht durchforstet, gallrad = durchforstet, yta = Fläche, Prov = Probe, Jämf. = Vergleich.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av L. MATTISSON-MÅRN.

Fig. 55. Hälsingland, Voxna sn. Tallskog av *Vaccinium*-typ. Försöksyta 60. Gallringsyta.

Kiefernwald von *Vaccinium*-Typus. Durchforstungsfläche.

Provytan 60. Moss- och lavrik tallskog å sand med lingon, blåbär, linnéa och något ljung samt moss- och lavfläckar, se fig. 55. I mossfläckarna *Hylocomium proliferum* och *parietinum*, *Hypnum crista castrensis*, *Dicranum scoparium* och *D. undulatum*, i lavfläckarna *Cladina rangiferina* och *C. silvatica*.

Provytan 61 underkastades svag låggallring 1906, extra stark låggallring 1911, 1916 och 1921. Beståndet var 1921 82 år, hade före gallringen en kubikmassa av 235 kbm, varav genom gallring uttogos 56 kbm. Det orörda jämförelsebeståndet hade vid samma tid en ålder av 82 år och en kubikmassa av 262 kbm.

Provytan 60 underkastades svag låggallring 1906, stark låggallring 1911, 1916 och 1921. Aldern var år 1921 82 år, kubikmassan före gallringen 320 kbm, varav uttogos 87,9 kbm. Fullt lämplig jämförelseyta saknas.

Gästrikland. *Ockelbo socken. Kopparberg-Hofors skogar.* Undersökningar tillsammans med skogschefen ERNST ANDERSSON aug. 1920. Kartan sid. 209, n:r 11.

Undersökningarna omfatta endast ett fåtal jordprov, tagna ur mera växtkraftiga bestånd och, avse att i någon mån belysa humustäckets egenskaper i södra Norrlands bättre barrskogsbestånd. Proven äro hämtade från:

1. *Svedjebestånd* av tall, gran och björk;
2. *Barrblandbestånd* med mossor och tämligen rik *Oxalis*-vegetation;
3. *Barrblandbestånd* av tall och gran nära Ullsta rå.

Tab. 52. Undersökning av humusprov från Ockelbo.

Untersuchung von Humusproben aus Ockelbo.

	1	2	3
	F + H	F + H	F + H
PH	4,0	4,1	3,8
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	602	830	462
» » » omr.	—	—	481
Am-N. koeff. %	—	—	3,44
S-N. 3 mån. lagr. dir.	1,0	2,0	—
» » » omr.	—	—	—
Inf. jord. 3 mån. lagr. dir.	—	34	34
S-N. inf. » » omr.	—	98,5	0,8
N-tot. % dir.	—	—	1,3
» % omr.	—	—	1,4
Glödförlust	—	—	96,0

Dalarna. *Siljansfors försökspark.* Kartan sid. 209, n:r 9.

Litteratur: SCHOTTE (1922 a).

Siljansfors försökspark undersöktes i geologiskt hänseende hösten 1921 mera preliminärt av O. TAMM, som meddelat en kortare översikt av sina undersökningar i SCHOTTES ovan citerade arbete. Sommaren 1923 utfördes av dr. C. MALMSTRÖM och t. f. assistenten civilingenjör K. LUNDBLAD en ingående

undersökning över försöksparkens flora, växtsamhällen, geologi och jordmån. En utförlig beskrivning över parken, grundad på dessa undersökningar, publiceras av K. LUNDBLAD i skogsförsöksanstaltens exkursionsledare ungefär samtidigt med denna avhandling.

Hösten 1923 insamlade efter mina anvisningar ingenjör K. LUNDBLAD ett större antal humusprov från för parken mera karakteristiska skogstyper. Dessa undersöktes vintern 1923—24 och då de komplettera mina övriga studier över humustäcket, publiceras de i samband med dessa.

Berggrunden inom Siljansfors försökspark utgöres av porfyr, sålunda en hård, svårförvittrad bergart. Cirka 3—4 km NO om parken vidtar silur-området kring Siljan, ännu närmare parken vid dess gräns i SO vidtar ett granitområde. Endast inom mindre delar av parken, vanligen de högsta, går berghällen i dagen. Den förhärskande jordarten inom försöksparken är morän, huvudsakligen bottenmorän. Utmärkande för moränen inom försöksparken är den stora blockrikedomen. Materialet i moränen består till övervägande del av porfyr, som har benägenhet att sönderfalla i stora, kantiga block, motståndskraftiga mot mekanisk nötning och kemisk vittring. Blockrikedomen är störst i ytlagren, troligen beroende på finmaterialets bortsköljning genom ismältvatten eller genom bearbetning av vågor i smärre isdämda sjöar eller vid stranden av det postglaciala ishavet, som insände några smala vikar mot Siljansforsområdet.

Moränerna äro sammansatta av ett flertal olika bergarter. Vanligast är porfyr, varför lokalkaraktären är starkt utpräglad. Därjämte förekomma dala-sandsten, garbergsgranit och andra graniter, åsby- och öjediabas, kvartsiter, konglomerat och lerskiffer. Inom parkens olika områden varierar samman-

Tab. 53. Moränernas sammansättning inom olika delar av Siljansfors försökspark.
Die Zusammensetzung der Moränen in verschiedenen Teilen des Versuchsförstes.

O m r å d e	Por-fyr	Gar-bergs-granit	Andra-gra-niter	Åsby-dia-bas	Öje-dia-bas	Kvart-sit	Dala-sand-sten	Kon-glo-merat	Ler-skif-fer
Leksberget—Nickobacken (gränser: N. rågången, Ö. rågången, Ryssån, parallell XV)	73,0	9,3	0,1	1,0	0,8	3,0	9,0	0,1	3,7
Bläddningstrakt I (gränser: Ö. rågången, S. rågången, parallell XIV: 46—60)	74,2	6,0	—	1,0	1,9	3,1	12,7	—	1,1
Harkonbergets Ö. sida (område: parallell X: 15—45 parallell XI: 20—40, » XII: 25—35)	76,3	1,7	0,1	0,4	0,3	1,4	19,0	0,7	0,1
Trakten S. Ljugarn (gränser: V. rågången, S. rågången, parallell IX, Ljugån, Ljugarn) ...	75,9	1,2	0,2	0,9	0,1	1,6	19,5	0,4	0,2
Västra höglandet område: parallellerna I—VI: 20—45, » VII—VIII: 20—35)...	90,8	1,6	0,1	0,2	0,4	0,8	5,7	0,3	0,1
Rullstensåsen (V. rågången)	76,0	0,3	—	0,5	0,3	2,2	18,5	2,2	—

sättningen något, varom tabell 53 ger närmare upplysning. Utom av morän finnas av kvartära bildningar rullstensåsar och smärre sandavlagringar, vilka dock samtliga intaga mindre områden, samt torvbildningar, vilka icke äro föremål för någon närmare undersökning i denna avhandling.

De för bildandet av en god skogsmark gynnsammaste bergarterna i moränerna på Siljansfors försökspark äro diabaser, lerskiffer och graniter, medan sandstenar, porfyryr och kvartsiter ge en svagare mineralgrund. Bergartsfördelningen i moränerna gestaltar sig något olika inom parkens olika delar, såsom nedanstående tabell, sammanställd av K. LUNDBLAD, visar. Enligt denna är Leksbergstrakten och den s. k. blädningsstrakten söder om järnvägen de från bergartssynpunkt bästa områdena av parken. Hur denna bergartsfördelning inverkar på skogen och markbildningen diskuteras på annat ställe.

Tab. 54. Fördelningen av »bättre» och »sämre» bergarter i moränerna. Siljansfors försökspark.

Die Verteilung von »besseren» und »schlechteren» Gesteinen in den Moränen.

L o k a l	Diabaser + lerskiffer + + graniter	Porfyr + sandsten + kon- glomerat + kvartsiter
Leksberget.....	14,9	85,1
Blädningsstrakten	10,0	90,0
Harkonberget	2,6	97,4
S. Ljugarn.....	2,6	97,4
Västra höglandet	2,4	97,6
Rullstensåsen.....	1,0	99,0

Den inom försöksparken förhärskande jordmånstypen är skogspodsol. På markens podsoleringsgrad inverka topografien och växtsamhället, det sistnämnda särskilt framhållet av TAMM (1920). De skogstyper, som inom parken finnas på skogspodsol, kunna sammanfattas i trenne grupper, nämligen mossrika barrskogar, tallhedar med mossfläckar och rena tallhedar. Markprofilens genomsnittliga beskaffenhet inom dessa skogstyper framgår av nedanstående tabell, där tallhedarna på bergstoppar på grund av den speciella lokala karaktären behandlats som en särskild grupp.

Tab. 55. Jordprofilen i olika växtsamhällen. Siljansfors försökspark.

Bodenprofile in verschiedenen Pflanzenassoziationen.

V ä x t s a m h ä l l e	M ä k t i g h e t i c m a v				
	Förna	F	H	Blekjord	Rostjord
Mossrika barrskogar	1—5	0,5—6	0—7	7—35	14—80
Tallhed med mossfläckar	0,5—2	0,5—1	—	10—22	40
Tallhed	1—2	1—2	0—0,5	7—17	20—45
Tallhed på bergstoppar	1	0,5—2	0—1	2—6	25—35

Angående det närmare sambandet mellan markprofil och skogstyp inom Siljansfors försökspark hänvisas till den mer utförliga beskrivningen av K. LUNDBLAD. Vad råhumustäckets mäktighet beträffar, är denna störst inom de mossrika typerna med 5—8 cm och minst inom de lavrika med 3—5 cm.

Utom dessa skogstyper med råhumus förekomma örtrika med mer eller mindre utpräglad mull. De örtrika skogstyperna äro samtliga inskränkta till sådana lokaler, som påverkas av ett ytligt gående, genomsipprande vatten; de förekomma sålunda gärna i fuktiga sluttningar. Angående de örtrika skogarna samt deras markförhållanden har LUNDBLAD gjort följande sammanfattning:

»Lika utpräglad som skogspodsolen är inom Siljansfors lav- och mossrika skogar, är förekomsten av mullartad humus i de örtrika växtsambhällena. Visserligen finnas mer eller mindre örtrika samhällen här och där även utbildade på podsolmark, men så snart örterna förekomma i en sådan frekvens, att man kan tala om en verklig örtrik skogstyp, finner man alltid humuslagret utbildat som mull, ofta nog med synnerligen utpräglad klumpstruktur och mycket rik på metmaskar. Mullen är emellertid av ganska växlande utseende på olika lokaler; än finner man den bestå av ett övre mer hopfultat lager, ibland nästan påminnande om råhumus, och ett undre lager med typisk mullstruktur, än är ett övre typiskt mullskikt underlagrat av torvdyrtade bildningar, medan man i de frodigaste örtrika samhällena finner en alltigenom homogen mull med mycket vacker klumpstruktur. Den närmast under mullen liggande delen av mineraljorden är på de bästa lokalerna i regel utbildad som brunjord. På andra ställen finnes endast fläckvis en antydning till brunjord, medan i övrigt till synes oförändrad mineraljord direkt underlagrar mullen. Detta är fallet på lokaler med mycket högt grundvattenstånd med rinnande vatten, som antagligen hindrat en normal markprofils uppkomst. Ofta nog har det i dylika fall på grund av det under hösten 1923 särskilt höga vattenståndet varit omöjligt att undersöka de djupare liggande mineraljordslagren, liksom även ibland brunjordens mäktighet i mer typiska mull-brunjordsprofiler ej kunnat fastställas. I några fall har iakttagits en humuspodsol med mull och någon gång t. o. m. till synes fullt normal blekjord närmast underlagrande en typisk mull.

Den mest utpräglade mull-brunjordsprofilen finner man utbildad i de örtrika skogar — i regel granskog eller barrblandskog med övervägande gran samt lövträdsinblandning —; där blåsippor äro mera rikligt förekommande. Här nedan i tabellform några markprofiler av denna typ från blåsipplokaler.

Tab. 56. Markprofiler i skogar av *Anemone hepatica*-typ. Siljansfors försökspark. Bodenprofile in Wäldern von *Anemone hepatica*-Typus.

L o k a l	Markprov n:r	Förna	Mull a ¹	Mull b ¹	Brunjord
Parallell XIX: 22	X	4 cm	4 cm	2 cm	10 cm
» XVII: 22.....	XII	4	—	8	130
» XVII: 21.....	XIV	0—4	—	0—15	5—10
Vid Sf. 34.....	XX	3	3	4	10—15
Parallell XI: 11.....	XXII	5	5—10		10+
Sf. 37.....	XXV	2—3	2—5		30+
Harkonberget, nära parallell IX: 39 ...	XLVI	2	2—3	30	5+
Nära Gusseltjärnsbäcken	L	1—2	40		60
Parallell IV—V: 50	LII	2	5	15	50

¹ a eine obere mehr verfilzte Schicht, b typischer Mull mit ausgeprägter Krümelstruktur.

I tabellen betyder »mull a» ett övre mer hopfultat mullskikt och »mull b» typisk mull med starkt utpräglad klumpstruktur. I de fall då hela mullskiktet

är enhetligt men till karaktären står mera mitt emellan dessa typer; är det i tabellen infört i en rad mellan de två kolumnerna. Brunjordens mäktighet har på grund av högt grundvattenstånd ej alltid kunnat fastställas; i dessa fall anges dess mäktighet med ett + efter den del, som kunnat uppmätas.»

Brunjordsprofilen på blåsipplokalerna är sålunda av rätt växlande beskaffenhet. Detta sammanhänger med olika vattentillgång och små växlingar i markens topografi, brunjorden är i försöksparken en av topografien betingad jordmånstyp. I övriga mera örtrika samhällen har man mera sällan brunjord, såsom i några punkter vid Stickosälsbäcken. Markprofilen är vanligen mindre utpräglad, vilket väl närmast sammanhänger med det rörliga vattnets stora roll på de platser, där örtrika samhällen komma till utbildning. Detta framgår närmare av följande redogörelse av K. LUNDBLAD.

»De örtrika bäckdalarna, vitsipplokalerna på Leksberget, blädningsstraktens örtrika granskog m. fl. kännetecknas i allmänhet av en utpräglad mullartad humus, men mineraljorden därunder förefaller föga omvandlad, så att varken podsol- eller brunjordsprofil är utbildad. Mullagrets tjocklek varierar i dylika lokaler från ett par cm till över 50 cm, dess undre skikt ligger ofta inblandat med stora stenar, moränens översta lager, medan därunder hårt packad bottenmorän direkt vidtar. Grundvattensnivån är i dessa samhällen alltid mycket hög, ungefär i bottenmoränens yta. Under mer nederbördsrika delar av vegetationsperioden flyter vatten ständigt fram genom mullens övre lager. Detta grundvattensläge är väl orsaken till att en markprofil av vanligt utseende så sällan kommer till utbildning, liksom det säkert är den rika vattentillgången, som givit upphov till det örtrika samhället och den mullartade humusen.»

Av särskilt intresse ur såväl skoglig som jordmånssynpunkt är blädningsstrakten söder om järnvägen. Denna utgöres av en granskog, rik på låga örter. Under moss- och förnatäcket följer enligt K. LUNDBLAD »ett 20—25 cm mäktigt mullager, vars övre hälft är brun, torvartad, innehållande ganska mycket rätt väl igenkännliga rester av skogsmossor och *Sphagna*. Mullens undre lager är däremot svart och av den vanliga klumpstrukturen. Därefter kommer ett gråsvart, 10—15 cm mäktigt humusskikt, starkt sand- och lerblandat. Särskilt detta lager innehåller även ganska mycket stora stenar. Underliggande morän är hårt packad, vatten sipprar fram över dess yta.» Den s. k. blädningsstrakten har säkerligen förr varit mer eller mindre försumpad av den bäck, som nu delvis genomflyter densamma. Genom bäckens reglering har marken torrlagts och den genom sitt uppkomstsätt gynnsamma och godartade torven övergått till mull.

Med anledning av den stora roll, som det genomsipprande vattnet spelar för markbildningen på Siljansfors, har LUNDBLAD insamlat och undersökt en del vattenprov. Halten av oorganiska ämnen är mycket låg, i grundvatten i allmänhet uppgående till 15—25 mg per liter, ungefär lika mycket i bäckvatten och ej fullt 15 mg i sjövattnet. Kalkhalten är också jämförelsevis låg, i grundvatten i regel 4—5 mg per liter och ungefär hälften så mycket i sjövattnet.

De inom parken förekommande skogstyperna kunna grupperas på följande sätt:

1. *Tallhedar*. Bottenskiktet huvudsakligen av lavar. En övergångstyp till följande grupp är tallheden med spridda mossfläckar. Tallhedarna ha sin förnämsta utbredning inom parkens nordvästra del.

2. *Mossrika gran- och barrblandskogar av Vaccinium-typ*. Fältskikten äro huvudsakligen sammansatta av blåbärs- och lingonris. Om vi bortse från

större och mindre förekomster av *Deschampsia flexuosa* träffas örter och gräs mycket sparsamt.

3. *Mossrika gran- och barrblandskogar med nästan rent mosstäckte*. Örter, gräs och ris fåtaliga.

4. *Mossrika gran- och barrblandskogar av Dryopteris-typ*. Blåbärs- och lingonris jämte den lilla ormbunken *Dryopteris Linnæana* äro de mest karakte-



Ur Statens skogsförsöksanst. samml.

Foto av KARL LUNDBLAD.

Fig. 56. Markvegetation i granskog av *Dryopteris*-Typ. Siljansfors försökspark. Bläddningstrakt 1. Siljansfors försökspark. Å bilden synas *Oxalis acetosella*, *Pyrola uniflora*, *Trientalis europæa*, *Vaccinium vitis idæa*.

Bodenvegetation in Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus.

ristiska elementen i fältskikten. Dessutom förekomma gräs och låga örter (t. ex. *Oxalis acetosella* och *Majanthemum*) i ganska hög frekvens. Råhumusbildning i regel förhanden.

5. *Mossrika gran- och barrblandskogar av Anemone hepatica-typ*. Blåbärs- och lingonris jämte ett stort antal örter, bland dem blåsippan *Anemone hepatica*, uppbygga fältskikten. Mullbildning i regel förhanden.

Typerna under 4 och 5 äro bundna till mark, som fuktas av ytligt gående, genomsippande vatten. De mest örtrika synas vara bundna till lokaler med starkare sluttning.

6. *Skogssamhällen* kring bäckar, såsom Tibast- och Stickosälsbäckarna, och kring källiknande flöden.

De olika typerna äro genom en rad övergångsformer nära förbundna med varandra och sålunda många gånger svåra att särskilja. I sina ytterlighetsformer äro de emellertid väl skilda. Hur jag i praktiken genomfört typindelningen framgår närmare av de meddelade artlistorna.

Ett ur botanisk och jordmånsbildningssynpunkt intressant växtsamhälle finner man på flera, av källvatten genomfuktade marker. På dessa frodas en artrik vegetation, delvis innehållande en del sydliga element ss. *Eupteris aquilina*. Ett stycke från källan, där vattentillgången är störst är ofta skogsbeståndet vackert och växtligt; växtsamhället visar å ena sidan en anslutning till lunddälderna kring bäckarna, å andra till de mer frodiga kärren. De ha tills vidare benämnts kärr- eller sumpskogar men då de genom sin ringa utbredning ej ha någon större betydelse, ha de i denna översikt sammanförts med lunddälderna.

Här nedan lämnas en tabellarisk översikt av de lokaler, som närmare undersökts, deras vegetation och resultaten av humusanalyserna.

1. Tallhedar.

Tab. 57 och tab. 58.

N:r 1. 20 m parallell IV:51, nära blåsipplokalen n:r 2.

N:r 2. Bergtopp mellan parallell VI och VII:42. Glest bestånd av c:a 8 m höga träd, tallar av norrlandstyp, *Calluna* 25 cm, *Vaccinium myrtillus* 10—15 cm och *V. vitis idæa* 5—10 cm, ris fläckvis ymniga.

N:r 3. Parallell V:15.

N:r 4. Rävbergets topp.

N:r 5. Parallell IX:30. Mossor i markbetäckningen.

N:r 6. Parallell IV:23 » » »

Örterna huvudsakligen bundna till *Hylocomium*fläckarna.

N:r 7. Försöksytan Sf. 24. (Sf. = skogsavdelningens provyta).

Tab. 57. Tallhedar med lavtäcke (2—4) samt med mossor och lavar (1, 5—7).

Siljansfors försökspark.

Kiefernheiden mit Flechten (2—4) und mit Moosen und Flechten (1, 5—7).

	1	2	3	4	5	6	7
Träd:	s(—r)	t	s	t—s	s	r	s
<i>Betula pubescens</i>	—	—	—	—	—	—	e
» <i>verrucosa</i>	—	e	{ (—0,5 m h) e }	e	e	e	e
<i>Picea excelsa</i>	e	e	—	—	{ (7—10 m) e—t }	e	e
<i>Pinus silvestris</i>	s(—r)	t	{ (—13 m h) t }	{ (—13 m h) t }	{ (—15 m) t }	r	s
» » »	—	—	{ (—0,9 m h) t }	{ (0,5—1,2 m h) s }	—	—	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	{ (—0,1 m h) e }	e	e	e	e
<i>Salix caprea</i>	—	—	e	—	—	—	e
Buskar:	—	—	—	—	—	e	—
<i>Juniperus communis</i>	—	—	—	—	—	e	—
Ris:	r	r—y	r	r	s	r—y	r
<i>Calluna vulgaris</i>	s—r	r	{ [20cm(—40)] s—r }	{ (40 cm h) r }	{ 20—50 cm s }	{ (60 cm h) r—y }	s—r

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Empetrum nigrum</i>	—	t	—	—	—	—	e
<i>Linnæa borealis</i>	—	—	—	—	e	e	e
<i>Lycopodium annotinum</i> ...	—	—	—	—	—	e	e
<i>Vaccinium myrtillus</i>	t	t-s	{(säll. 10 cm) e}	{(10-15 cm h) t}	{(15 cm) t}	{(20 cm h) e}	tt
» <i>vitis idæa</i>	t-s	t-s	{(säll. 10 cm) e}	{(5-12 cm h) t}	{(10 cm) t}	{(5-10 cm) r}	r
Gräs:	—	—	—	—	—	e	e
<i>Deschampsia flexuosa</i>	—	—	—	—	—	e	—
<i>Luzula pilosa</i>	—	—	—	—	—	e	e
Örter:	—	—	—	e	e	e-t	e
<i>Antennaria dioeca</i>	—	—	—	—	—	e	—
<i>Chamænerium angustifolium</i>	—	—	—	—	—	e	e
<i>Convallaria majalis</i>	—	—	—	—	—	e	—
<i>Hieracium</i> sp.	—	—	—	—	—	e	—
<i>Majanthemum bifolium</i> ...	—	—	—	—	e	e-t	—
<i>Melampyrum pratense</i>	—	—	—	e	e	e	e
<i>Monotropa hypopitys</i>	—	—	—	—	e	—	—
<i>Solidago virgaurea</i>	—	—	—	—	—	e	e
<i>Trientalis europæa</i>	—	—	—	—	—	e	—
<i>Viola riviniana</i>	—	—	—	—	—	e	—
Mossor:	t	s	e	t	r	s-r	t
<i>Dicranum</i> sp.	e-t	—	e	(flv.) e-t	—	—	e-t
» sp.	e	t	e	(flv.) e-t	—	t	e
» sp.	e	—	e	—	t	—	—
<i>Hylocomium parietinum</i> ...	e	t	e	{(inspr.) e-t}	s	s	t
» <i>proliferum</i> ...	—	—	—	—	e	e	e
<i>Polytrichum commune</i>	—	—	—	{(rotvalv) e}	—	—	—
» <i>juniperinum</i> ...	—	—	e	—	e	—	e
» sp.	—	e	—	—	—	—	—
<i>Hypnum crista castrensis</i> ...	—	—	—	—	e	—	—
<i>Sphagnum</i> sp.	—	—	—	—	—	e	—
Lavar:	r-y	r-y	y	y	r	r-y	r-y
<i>Cetraria islandica</i>	—	e	{(3-4 cm h) e}	—	e	—	e
<i>Cladonia alpestris</i>	e	e	{(3-4 cm h) e}	—	—	—	e
» <i>deformis</i>	e	—	—	—	—	—	—
» <i>rangiferina</i>	—	r	{(3-4 cm h) r}	ss	{(5 cm) s}	s	r
» <i>silvatica</i>	r-y	r	{(3-4 cm h) r}	y	{(5 cm) s}	r	r
» <i>uncialis</i>	e	e	e	e	e	—	e
<i>Cladonia</i> sp.	e	—	e	e	e	—	—
» sp.	—	—	—	—	e	—	—
» sp.	—	—	—	—	e	—	—
<i>Peltigera aphthosa</i>	—	—	—	—	—	—	e
» sp.	—	—	—	—	—	—	e
<i>Stereocaulon paschale</i>	—	—	—	—	—	—	e

Tab. 58. Undersökning av humusprov från olika tallhedar (se tab. 57).

Siljansfors försökspark.

Untersuchung von Humusproben aus Kiefernheiden.

	1	2	3	4		5	6	7
	F+H	F+H	F+H	F	H	F+H	F+H	F+H
P _H	4,0	4,1	4,1	4,3	4,3	4,1	4,5	4,2
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	1,765	579	232	0	0	377	64	0
» » » omr.	2,430	656	265	0	0	434	77	0
S-N. urspr. dir.	1,8	—	1,5	—	—	—	1,4	—
» » omr.	2,5	—	1,7	—	—	—	1,7	—
» 3 mån. lagr.	—	—	0,7	0,6	1,6	0,7	0,7	1,0
» » omr.	—	—	0,8	0,7	2,1	0,8	0,8	1,1
Inf. jord 3 mån. lagr. dir.	650	650	750	750	750	750	750	750
S-N. inf. 3 » » »	130	9,0	0,6	0,5	0,5	3,7	0,5	0,6
» » 3 » » omr.	179	10,2	0,7	0,6	0,7	4,3	0,6	0,7
CaO _{ass} % dir.	0,38	0,38	0,31	0,39	0,31	0,24	0,43	0,34
» omr.	0,52	0,43	0,35	0,44	0,41	0,28	0,52	0,38
Glödförlust	72,6	88,3	87,5	88,0	75,6	86,9	83,1	89,8

2 o. 3. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Vaccinium*-typ (1—3) och med nästan rent mosstäcke (4—11).

Tab. 59 och tab. 60.

N:r 1. Tall-granskog vid nya exkursionsvägen mellan parallell VIII och IX.

N:r 2. Granskog nära försöksparkens norra rågång, mellan parallellerna VII och VIII.

N:r 3. Granskog vid parallell XIX.

N:r 4. Granskog, parallell IX:36.

N:r 5. Tall-granskog, parallell XVII:22.

N:r 6. Granskog, provyta Sf. 18 avd. 2.

N:r 7. Tall-granskog, parallell XI:11.

N:r 8. Tall-granskog, Harkonberget.

N:r 9. Granskog, mellan parallell IX och X:34 vid stigen.

N:r 10. Tall-granskog, provyta Sf. 37.

N:r 11. Granskog. Buskar, ris och örter saknas fullständigt. Däremot träffas enstaka *Deschampsia flexuosa*. Bottenskiikt huvudsakligen av *Hylocomium parietinum* och *H. proliferum*.

Tab. 59. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Vaccinium*-typ (1—3) och med nästan rent mosstäcke (4—10). Siljansfors försökspark.

Nadelwälder von *Vaccinium*-Typus (1—3) und mit reiner Mossdecke (4—10).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Träd:	r	r	r	s-r	y	r	r	r-y	r-y	r
<i>Alnus incana</i>	—	—	e	—	—	—	—	—	—	e
<i>Betula pubescens</i>	e	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Picea excelsa</i>	s	r	r	s	r-y	r	t-s	r	r-y	t
<i>Pinus silvestris</i>	t	—	e	e	t-s	e	s-r	t	e	r
<i>Sorbus aucuparia</i>	e	e	—	e	—	e	e	e	—	—

Tab. 60. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Vaccinium*-typ (1—3) och med nästan rent mosstäcke (4—11). Siljansfors försökspark.
Nadelwälder von *Vaccinium*-Typus (1—3) und mit reiner Moosdecke (4—11).

	1	2	3		4	5	6		7		8		9	10	11	
	F+H	F+H	F	H	F+H	F+H	F	H	F	H	F	H	F+H	F+H	F	H
PH.....	4,4	4,4	4,0	3,9	3,8	4,3	4,0	3,9	4,3	4,1	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4	4,2
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	126	215	200	118	259	705	912	17	247	112	1,133	344	499	701	583	173
» » » omr.....	134	240	232	194	282	818	1,057	19	265	154	1,227	460	849	1,509	657	263
S-N. urspr. dir.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7	1,2	—	1,3	—	—
» » omr.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	1,6	—	2,8	—	—
» 3 mån. lagr. dir.	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	1,0	4,5	0,7	0	0	0,7	1,3	1,4	0,8
» » » omr.	1,5	1,3	1,4	2,0	1,3	1,2	1,4	1,1	4,8	1,0	0	0	1,2	2,8	1,6	1,2
Inf. jord 3 mån. lagr. dir.	650	700	560	560	500	560	560	560	700	700	500	500	500	700	560	560
S-N. inf. » » »	2,2	14	64	16	10	16	22	21	88	10	132	54	192	192	192	32
» » » » omr.	2,3	16	74	26	10	19	26	23	95	14	143	73	327	413	217	49
CaO _{ass} % dir.	0,41	0,56	0,35	0,39	0,38	0,74	0,43	0,42	0,80	0,74	0,72	0,73	0,38	0,37	0,80	0,61
» % omr.	0,44	0,62	0,41	0,64	0,41	0,86	0,50	0,47	0,86	1,02	0,78	0,98	0,65	0,80	0,90	0,93
Glödförlust	93,8	89,8	86,1	60,6	91,8	86,1	86,3	90,2	93,1	72,6	92,4	74,7	58,8	46,5	88,7	65,7

4. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Dryopteris*-typ.

Tab. 60 och tab. 61.

N:r 1. Provytan Sf. 12. (Sf. = skogsavdelningens provyta).

N:r 2. Provytan Sf. 2 avd. II. Inom parentes anges örternas frekvens inom mera örtrika fläckar.

N:r 3. Provytan Sf. 34.

N:r 4. Provytan Sf. 18 avd. II.

N:r 5. Strax öster om provytan Sf. 7.

N:r 6. Öster om kanalen mellan parallell IX och X:34.

N:r 7. Provytan Sf. 24.

Ett till sin växtsociologiska sammansättning mycket heterogent område. Vissa partier upptagas av *Hylocomium*-mattor med ris, andra av dylika med örter och återigen andra av både ris och örter. Närmare rågången träffas tre grundvattensögon. Botten i dessa klädas av *Sphagna*, *Jungermannia* och *Mnia*. Kring desamma är *Hylocomium triquetrum* ymnig.

N:r 8. Ljugbergets sluttning mellan parallell V och VI.

Tab. 60. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Dryopteris*-typ. Siljansfors
försökspark. Humusanalyser.

Nadelwälder von *Dryopteris*-Typus. Humusuntersuchungen.

	1		3		4		5		6		7		8	
	F+H	F+H	F	H	F	F	H	F	H	F+H	F	II		
PH	4,1	4,5	4,2	4,2	4,4	4,4	4,4	4,6	4,2	4,8	4,3	4,2		
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	46	273	245	376	406	389	51	2,275	609	829	1,719	966		
» » » omr.	55	329	262	669	451	689	428	2,836	967	1,267	2,120	1,285		
S-N. urspr. dir.	1,2	1,0	—	—	1,2	—	—	1,9	0,8	1,2	2,2	1,8		
» » » omr.	1,5	1,2	—	—	1,3	—	—	2,4	1,3	1,8	2,7	2,4		
» 3 mån. lagr. dir.	—	1,4	0,8	0,5	1,4	0,7	0,4	216	3,0	0,7	—	—		
» » » omr.	—	1,7	0,9	0,9	1,6	1,2	3,4	269	4,8	1,1	—	—		
Inf. jord. 3 mån. lagr. dir.	650	560	700	700	560	500	500	500	500	750	650	650		
S-N. inf. 3 » » » ..	38	56	14	28	144	256	108	1,120	120	552	336	154		
» » 3 » » omr.	47	68	15	50	160	453	908	1,396	190	843	415	205		
CaO _{ass} % dir.	0,65	0,86	0,66	0,13	0,13	0,48	0,08	1,02	0,61	0,89	0,71	0,72		
» % omr.	0,79	1,04	0,70	0,23	0,14	0,85	0,67	1,27	0,97	1,36	0,88	0,96		
Glödförlust	82,1	83,0	93,8	56,2	90,1	56,5	11,9	80,2	63,0	65,5	81,1	75,1		



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av KARL LUNDBLAD.

Fig. 57. Markvegetation i tallskog av *Dryopteris*-typ. Å bilden synas *Dryopteris Linnæana*, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europæa*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idæa*. Siljansfors försökspark.
Bodenvegetation aus Kiefernwald von *Dryopteris*-Typus.

Tab. 61. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Dryopteris*-typ. Siljansfors försökspark.Nadelwälder von *Dryopteris*-Typus.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Träd:	—	y	r	r	r	r—y	r—y	y
<i>Alnus incana</i>	e	—	—	—	e	e	e	—
<i>Betula pubescens</i>	—	—	e	—	e	e	e	e
» <i>verrucosa</i>	—	—	—	e	—	—	e	—
<i>Picea excelsa</i>	—	y	r	r	s	r	s	r—y
<i>Pinus silvestris</i>	—	e	e	* e	t	e	s	e
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
<i>Prunus padus</i>	—	—	—	—	—	{ (ka- nalb.) e }	—	—
<i>Salix caprea</i>	e	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	e	e	e	e	e	e	e	e
Buskar:	e	e	e	e	e	e	e	—
<i>Juniperus communis</i>	e	e	e	e	e	—	e	—
<i>Ribes pubescens</i>	—	—	—	—	—	e	—	—
<i>Rubus idæus</i>	e	—	—	e	e	e	e	—
Ris:	(flv. y) r	s	{ (flv. } s-r) t }	r	s	r	{ (flv. y) } s-r }	r—y
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	e	—	e	—	e	—
<i>Linnaea borealis</i>	s—r	s	e	s—r	t	s	t	r
<i>Lycopodium annotinum</i>	e	—	e	e—t	—	t—s	e—t	—
» <i>clavatum</i>	—	—	—	e	—	—	—	—
» <i>complanatum</i>	—	—	—	e	—	—	—	—
» <i>selago</i>	—	e	—	—	—	—	—	—
<i>Pyrola chlorantha</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
» <i>minor</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
» <i>secunda</i>	(flv. r) t	—	e	e	e	—	e	—
» <i>uniflora</i>	—	e	—	—	e	—	—	—
<i>Rubus saxatilis</i>	e	—	—	e	—	e	e	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	r	s	e—t	s—r	e—t	t—s	t	s
» <i>uliginosum</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
» <i>vitis idæa</i>	t—s	t	e	t	s	e	(flv. y) s	r
Gräs:	s	e	e—t	s	r	r	e—t	t
<i>Agrostis canina</i>	—	—	—	—	e	—	e	—
» <i>tenuis</i>	e	—	—	e—t	e	—	—	—
<i>Alopecurus æqualis</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	e	e	e	—	s	t	e	t
» <i>purpurea</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
<i>Carex canescens</i>	—	—	—	—	—	—	e ¹	—
» <i>digitata</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
<i>Deschampsia cespitosa</i>	e	—	—	—	e	—	—	—
» <i>flexuosa</i>	t—s	e	e—t	s	s	r	e—t	e
<i>Festuca ovina</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	e	—	e	e	e	e	—	—
Örter:	t—s	(flv. r) t	e	s	r—y	r—y	r	t
<i>Anemone nemorosa</i>	—	(flv. t) e	e	—	—	—	—	—
<i>Athyrium Filix femina</i>	—	—	—	e	—	—	—	—
<i>Campanula rotundifolia</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Chamænerium angustifolium</i>	e	—	—	e	e	e	e	—

¹ Anger förekomst endast i eller vid »grundvattensögonen».

	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Comarum palustre</i>	—	—	—	—	—	—	e ^I	—
<i>Dryopteris Linnaëana</i>	(flv. r) t	{ (flv.) t-s e }	e	t-s	e	r	t	—
» <i>Phegopteris</i>	e	—	—	e	—	e	—	—
» <i>spinulosa</i>	e	—	—	e	—	t	e	e
<i>Equisetum silvaticum</i>	—	—	—	—	—	e	—	—
<i>Eupteris aquilina</i>	—	—	e	—	—	—	—	—
<i>Fragaria vesca</i>	e	—	—	—	—	e	—	—
<i>Galium palustre</i>	—	—	—	—	—	—	e ^I	—
<i>Geranium silvaticum</i>	e	—	—	—	e	—	—	—
<i>Goodyera repens</i>	e	e	—	—	—	—	—	—
<i>Hieracium</i> sp.	e	e	e	e	e	—	e	—
<i>Lathyrus montanus</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Listera cordata</i>	—	—	—	—	e	—	e	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	(flv. r) t	{ (flv. s) e-t }	e	t	r	s	s-r	e
<i>Melampyrum pratense</i>	e	—	—	—	e	—	e	—
» <i>silvaticum</i>	e	e	e	e-t	e-t	t	—	e
<i>Naumburgia thyrsiflora</i>	—	—	—	—	—	—	e ^I	—
<i>Orchis maculatus</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	t	(flv. t) e	e	t	e	s-r	t	t
<i>Paris quadrifolia</i>	e	—	—	—	—	—	—	—
<i>Potentilla erecta</i>	e	—	—	e	e	—	e	—
<i>Prunella vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
<i>Ranunculus repens</i>	—	—	—	—	—	—	e ^I	—
<i>Solidago virgaurea</i>	e	—	e	e	e	e	e	—
<i>Stellaria longifolia</i>	—	—	—	—	—	—	e ^I	—
<i>Succisa pratensis</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Trientalis europæa</i>	e-t	{ (flv. s) e-t }	—	e	t	e	t	e
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	—	—	e	—	—	—
» <i>scutellata</i>	—	—	—	—	—	—	e ^I	—
<i>Viola palustris</i>	—	—	—	e	—	—	e ^I	—
» <i>riviniana</i>	e	e	e	e	e	—	e	—
Mossor:	y	y	y	y	y	r-y	y	y
<i>Dicranum</i> sp.....	t	—	—	e	—	—	e	—
» sp.	t	—	t	—	t	—	—	e
<i>Hylocomium parietinum</i>	—	y	r-y	—	s	s	r	—
» <i>proliferum</i>	y	—	—	s-r	r	s	r	y
» <i>triquetrum</i>	e	—	—	—	e	s	t	—
<i>Jungermania</i> sp.	e	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polytrichum commune</i>	—	—	—	e-t	e	—	e	—
» <i>juniperinum</i>	—	—	e	—	—	—	e	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	t	—	s-r	e	—	—	e	e
<i>Sphagnum</i> sp.	(flv. y) t	—	e	—	(flv.) e	—	e	—
» sp.	—	—	—	r	—	—	e	—
Lavar:	e	e	e	—	e	—	e	—
<i>Cladina rangiferina</i>	—	—	—	—	—	—	e	—
» <i>silvatica</i>	—	—	e	—	—	—	e	—
<i>Cladonia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	e	—
» sp.	—	—	—	—	—	—	e	—
<i>Peltigera aphotosa</i>	—	e	e	—	—	—	e	—
» sp.	—	e	e	—	e	—	e	—

¹ Anger förekomst endast i eller vid »grundvattensögonen».

4 b. *Bläddningstrakten* söder om järnvägen. På grund av sin uppkomst-historia och den roll, som den spelar i anstaltens försök, behandlas bläddningstrakten som ett område för sig. Med hänsyn till markbetäckningen står den närmast de under mom. 4 inordnade växtsamhällena och representerar en särskilt frodig och artrik typ bland dessa.

Prov äro tagna

N:r 1, i det äldre slutna beståndet

N:r 2, i en nyupptagen lucka

N:r 3, i en mycket tät ungskog.

Tab. 62. *Bläddningstrakten* söder om järnvägen. Siljansfors försökspark.
Gebiet, reserviert für Plenterungsversuche.

Träd:	r	<i>Aracium paludosum</i>	e
<i>Alnus incana</i>	e	<i>Athyrium Filix femina</i>	e
<i>Betula pubescens</i>	e	<i>Chamænerium angustifolium</i>	e
» <i>verrucosa</i>	e	<i>Cerastium cespitosum</i>	e
<i>Picea excelsa</i>	r	<i>Dryopteris Linnæana</i>	s
<i>Pinus silvestris</i>	e	» <i>Phegopteris</i>	t-s
<i>Prunus padus</i>	e	» <i>spinulosa</i>	e
<i>Salix caprea</i>	e	<i>Equisetum silvaticum</i>	e
<i>Sorbus aucuparia</i>	e	<i>Filipendula ulmaria</i>	e
Buskar:		<i>Fragaria vesca</i>	e
<i>Juniperus communis</i>	e	<i>Geranium silvaticum</i>	e
<i>Rubus idæus</i>	e	<i>Geum rivale</i>	e
<i>Salix aurita</i>	e	<i>Goodyera repens</i>	e
» <i>nigricans</i>	e	<i>Hieracium auricula</i>	e
» <i>phylicifolia</i>	e	» <i>diaphanoides</i>	e
Ris:	s-r	<i>Listera cordata</i>	e
<i>Linnæa borealis</i>	s-r	<i>Majanthemum bifolium</i>	s
<i>Lycopodium annotinum</i>	e	<i>Melampyrum silvaticum</i>	e
» <i>complanatum</i>	e	<i>Oxalis acetosella</i>	s-r
<i>Pyrola rotundifolia</i>	e	<i>Polygonum viviparum</i>	e
» <i>secunda</i>	e-t	<i>Ranunculus acris</i>	e
» <i>uniflora</i>	e	<i>Solidago virgaurea</i>	e
<i>Rubus saxatilis</i>	e	<i>Taraxacum</i> sp.	e
<i>Vaccinium myrtillus</i>	e	<i>Trientalis europæa</i>	s
» <i>vitis idæa</i>	s-r	<i>Veronica chamædryd</i>	e
Gräs:	t	» <i>officinalis</i>	e
<i>Agrostis canina</i>	e	<i>Viola palustris</i>	e
» <i>tenuis</i>	e	» <i>rivimiana</i>	e
<i>Calamagrostis purpurea</i>	e	Mossor:	y
<i>Carex canescens</i>	e	<i>Hypnum crista castrensis</i>	e
» <i>vaginata</i>	e-t	<i>Hylocomium parietinum</i>	t
<i>Deschampsia cespitosa</i>	e	» <i>proliferum</i>	r-y
» <i>flexuosa</i>	e-t	» <i>triquetrum</i>	e-t
<i>Luzula multiflora</i>	e	<i>Polytrichum commune</i>	e
» <i>pilosa</i>	e	» <i>juniperinum</i>	e
<i>Melica nutans</i>	e	Lavar:	e
Örter:	r	<i>Cladina silvatica</i>	e
<i>Alchemilla filicaulis</i>	e	» sp.	e
<i>Anemone nemorosa</i>	e-t	<i>Icmadophila ærigunosa</i>	e
		<i>Peltigera</i> sp.	e

Tab. 63. Blädningstrakten. Siljansfors försökspark. Humusanalyser.

Gebiet reserviert für Plenterungsversuche.

	1		2		3	
	F	H	F	H	F	H
P _H	4,6	4,8	4,6	4,7	4,6	4,7
Am-N. 3 mån. lagr. dir.....	721	16	99	0	882	16
» » » omr.	931	27	115	0	1,086	42
S-N. urspr. dir.	2,2	4,2	280	33,6	6,4	8,8
» » » omr.	2,8	6,9	327	99,1	7,9	23,3
» 3 mån. lagr. dir.....	29	70	1,240	256	90	136
» » » omr.	37	115	1,447	755	111	360
Inf. jord. 3 mån. lagr. dir.....	410	410	410	410	410	410
S-N. 3 mån. lagr. dir.....	288	150	960	210	420	120
» » » omr.	372	245	1,121	620	517	317
CaO _{ass} % dir.....	0,34	0,24	1,29	0,34	0,16	0,21
» % omr.	0,44	0,39	1,51	1,00	0,20	0,56
Glödförlust.....	77,5	61,1	85,7	33,9	81,2	37,8

1 im älteren geschlossenen Bestand; 2 in einer eben aufgenommenen Verjüngungsfläche; 3 in einem sehr dichten Jungbestand.

5. *Mossrika gran- och barrblandskogar av Anemone hepatica-typ.*

Tab. 64 och tab. 65.

N:r 1. Provytan Sf. 12.

N:r 2. Ljugbergets sluttning mellan paralleller V och VI.

N:r 3. Vid norra rågången mellan paralleller VII och VIII.

N:r 4. Harkonberget.

N:r 5. Vid provytan Sf. 34.

N:r 6. Vid kolbotten mellan paralleller XIV och XV:13.

N:r 7. Vid Gusseltjärnsbäcken.

N:r 8. Provytan Sf. 37.

N:r 9. Nära parallell XI:11.

N:r 10. Vid » XVII:21—23.

N:r 11. Vid » XIX.

N:r 12. Vid » XVII:22.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av KARL LUNDBLAD.

Fig. 58. Markvegetation i mossrik granskog av *Anemone hepatica*-typ. Försöksytan Sf. 45 vid Leksberget. Siljansfors försöks-
park. På bilden synas *Anemone hepatica*, *Dryopteris Linnæana*, *Eupteris aquilina*, *Fragaria vesca*, *Geranium silva-
ticum*, *Oxalis acetosella*, *Trientalis europæa*.

Bodenvegetation. Fichtenwald von *Anemone hepatica*-Typus.

Tab. 64. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Anemone hepatica*-typ.
Sijlansfors försökspark. Nadelwälder von *Anemone hepatica*-Typus.

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Träd:	s	r	s	r	s-r	s	r	r	s-r	r	r	r
<i>Alnus incana</i>	e	t	—	e	e	e	e	e	e	—	r	e
<i>Betula pubescens</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	e	—	e	e
» <i>verrucosa</i>	—	—	—	—	e	—	e	—	e	—	—	—
<i>Picea excelsa</i>	e	s	s	r	s	s	s	s	s	r	s	s-r
<i>Pinus silvestris</i>	t	—	—	e	e	—	e	t	t	e	e	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—
<i>Prunus padus</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	e
<i>Rhamnus frangula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Salix caprea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	e
<i>Sorbus aucuparia</i>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Buskar:	e	e	e	—	—	—	e	t	e	e	e	e
<i>Juniperus communis</i>	—	—	—	—	—	—	e	e	e	e	—	e
<i>Ribes pubescens</i> subsp. <i>scandicum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	e
<i>Rubus idæus</i>	e	e	e	—	—	—	e	t	e	e	e	{ (flv. r) }
<i>Salix phylicifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
Ris:	r-y	r	r	s-r	r-y	r	r	r	r	r	s-r	r
<i>Calluna vulgaris</i>	—	—	e	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Empetrum nigrum</i>	—	—	e	—	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Linnaea borealis</i>	r	s	r	s	r	s	r	r	r	r	s	r
<i>Lycopodium annotinum</i>	e	e	e	{ (flv.) e }	e	—	e	e	e	e	e	e
» <i>clavatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>selago</i>	—	—	—	—	—	e	—	e	—	e	—	—
<i>Pyrola chlorantha</i>	—	—	—	—	—	e	—	—	—	e	—	—
» <i>media</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—
» <i>minor</i>	—	—	—	e-t	e	—	e	e	e	e	—	e
» <i>rotundifolia</i>	—	—	—	—	e	—	—	—	e	—	{ (flv. r) t }	t
» <i>secunda</i>	e	—	e	e	—	—	t	e	e	s	e	t
» <i>uniflora</i>	—	—	—	e	e	—	e	—	e	e	e	e
<i>Rubus saxatilis</i>	e	—	—	e	e	—	e	e	e	—	t	e
<i>Vaccinium myrtillus</i>	r	s	s	s	r	s	t	s	t	{ (flv. r) t }	s	e
» <i>uliginosum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>vitis idæa</i>	s	s	t	e	s	t	s	s	r	e	s	s
Gräs:	r	s	s	t	s	s	s	t-s	t	e-t	t	t
<i>Agrostis canina</i>	e	—	e	—	e	—	e	e	e	e	e	e
» <i>tenuis</i>	—	—	e	—	e	—	e	e	e	e	e	e
<i>Alopecurus pratensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—	e	e
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	—	t	—	e-t	e	—	t	t	e	e	t	e
<i>Carex canescens</i>	—	—	—	—	e	—	—	—	—	e	—	—
» <i>digitata</i>	—	t	—	e	—	—	t	e	e	e	e	e
» <i>globularis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	e
» <i>Leersii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	e
» <i>pallescens</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	e
» <i>vaginata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	e
<i>Deschampsia cespitosa</i>	e	—	e	e	e	e	t	e	e	—	e	e
» <i>flexuosa</i>	r	e	s	e	e	t	e	e	t	e	e	e
<i>Festuca rubra</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>ovina</i>	—	—	—	—	—	—	e	e	—	e	—	—

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Luzula multiflora</i>	—	—	—	—	e	—	e	—	—	—	—	e
» <i>pilosa</i>	e	—	e	e	e-t	—	e	e	—	e	e	e
<i>Melica nutans</i>	e	e	—	e	—	—	e	e	e	e	—	e-t
<i>Poa pratensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>nemoralis</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—
Örter:	s	s-r	r-y	r	r	r	r-y	r-y	r	r-y	r	r
<i>Achillea millefolium</i>	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—	e
» <i>ptarmica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Alchemilla minor</i> var. <i>filicaulis</i>	—	—	—	—	—	e	—	e	e	—	—	e
<i>Alchemilla pastoralis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	e
<i>Anemone hepatica</i>	e	e	e	e	e	{ s flv. y. }	e-t	t	{ (vid my-ren s) e }	{ (flv.s) e }	t	t
» <i>nemorosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	e	e	e	—	e-t
<i>Antennaria dioeca</i>	—	—	—	—	—	e	—	—	—	e	e	e-t
<i>Anthriscus silvestris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	e
<i>Aracium paludosum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Athyrium Filix femina</i> ...	—	e	—	e-t	—	—	e	—	—	e	e	e
<i>Caltha palustris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	{ (v.bäck) e }
<i>Callitriche verna</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	{ (v.bäck) e }
<i>Campanula patula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>rotundifolia</i> ...	—	—	—	—	—	e	—	—	e	—	—	e
<i>Cardamine amara</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	{ (v.bäck) e }
<i>Chamaenerium angustifolium</i>	—	—	—	—	—	e	e	—	e	e	—	e
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	—	—	—	—	—	e	—	e	—	—	—	e
<i>Cirsium palustre</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	e
<i>Convallaria majalis</i>	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—	e	e
<i>Dryopteris Linnæana</i>	e	e	s	t	e	—	t	t	{ (flv.) s }	{ (flv.r) t }	{ (flv.y) t }	t
» <i>Phegopteris</i> ...	e	e	—	t	—	—	e	e-t	{ (flv.) e }	e	{ (flv.y) t }	e
» <i>spinulosa</i>	e	e	—	e-t	e	—	e	e	—	e	e	e
<i>Epilobium montanum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—
» <i>palustre</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Equisetum pratense</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>silvaticum</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	e	e	—	e
<i>Eupteris aquilina</i>	—	t	—	—	{ (flv.) e }	—	—	—	—	—	—	{ (flv. y) e }
<i>Filipendula ulmaria</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	e	—	e
<i>Fragaria vesca</i>	e	e	e	e	e	t	t	t	e	e	t	e
<i>Galium boreale</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	e
» <i>palustre</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	e
» <i>uliginosum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Galeopsis bifida</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—
<i>Geranium silvaticum</i>	t	e	s	e	e	t	t	r	e	—	s	t
<i>Geum rivale</i>	—	—	—	—	—	e	—	e	e	—	—	e
<i>Gnaphalium silvaticum</i> ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Goodyera repens</i>	—	—	—	—	e	—	—	e	e	e	—	—
<i>Habenaria viridis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	e	e
<i>Hieracium</i> sp.	—	—	—	—	—	e	—	e	—	—	—	—
» sp.	—	—	—	e	e-t	e	e	e	—	—	e	—

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Hieracium</i> sp.	—	—	—	e	—	e	—	e	—	—	—	—
<i>Hypericum quadrangulum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	e
<i>Lathyrus vernus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—
<i>Leontodon autumnalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	e
<i>Listera cordata</i>	e	—	e	e	e	—	—	e	e	—	—	e
<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> ...	t	t	r	e-t	t	—	t	s	s	s	{(flv,r)} t	e
<i>Melampyrum pratense</i>	e	—	e	—	e	e	e	e	e	—	—	—
» <i>silvaticum</i>	e	e	—	e-t	t	—	t	e	t-s	e	e	e-t
<i>Melandrium dioecum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Moehringia trinervia</i>	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—
<i>Orchis maculatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	t	s	e-t	s-r	—	t	r	r	s	r	t-s	s
<i>Paris quadrifolia</i>	—	{(flv.)} t	—	e	—	—	—	t	e	e	e	e
<i>Plantago major</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Platanthera bifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	—
<i>Polygonum viviparum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Potentilla erecta</i>	e	e	—	e	e	—	e	e	e	e	e	e
<i>Prunella vulgaris</i>	—	—	—	—	e	—	—	e-t	e	e	e	e
<i>Ranunculus acris</i>	—	—	—	—	—	—	e	e	e	—	e	e
» <i>repens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	e
<i>Rumex acetosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>domesticus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Scrophularia nodosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Solidago virgaurea</i>	—	e	—	e	e	—	—	—	e	—	e	e
<i>Stellaria graminea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	e
<i>Taraxacum</i> sp.	—	—	—	—	—	t	—	e	—	—	e	—
<i>Tridentalis europæa</i>	e	e	e	e	r	e	t	e	e	e	e	e
<i>Trifolium pratense</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>repens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Tussilago farfara</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Urtica dioica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Valeriana sambucifolia</i> ...	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—
<i>Veronica chamædrys</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>officinalis</i>	e	e	e	e	e	—	e	e	e	e	t	e
<i>Vicia cracca</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e	—	e
<i>Viola palustris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
» <i>riviniana</i>	e	e	e	e	e	—	e	t	e	e	e	e
Mossor:	y	s	y	r-y	y	y	r	r-y	y	y	r-y	y
<i>Dicranum</i> sp.	s	—	—	—	—	e	e	—	—	—	—	—
<i>Hylocomium parietinum</i> ...	r	s	r	t	r	r	t	s	r	r	e	r
» <i>proliferum</i>	t	t	t	r	y	r	r	s	r	r	s	r
» <i>triquetrum</i>	e	—	t	e-t	e	—	e	e	t-s	e	e	e
<i>Marchantia polymorpha</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	e
<i>Polytrichum commune</i>	—	e	—	—	e	—	—	—	e	—	—	—
<i>Hypnum crista castrensis</i> ...	e	—	—	—	{(flv.)} t	e	—	—	t	e	e	e
<i>Sphagnum</i> sp.	{(flv.)} e	—	—	{flv. t}	—	—	—	—	—	e	—	—
Lavar:	—	—	e	—	e	e	e	—	e	e	—	e
<i>Cladonia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	e	—	—	—	—	—
<i>Cladonia silvatica</i>	—	—	e	—	e	—	—	—	e	—	—	e
<i>Peltigera aphthosa</i>	—	—	—	—	e	—	—	—	—	e	—	e
» sp.	—	—	e	e	e	e	—	—	—	e	—	—

Tab. 65. Mossrika gran- och barrblandskogar av *Anemone hepatica*-typ. Siljansfors försökspark. Humusanalyser.Nadelwälder von *Anemone hepatica*-Typus. Vegetation, vgl. Tab. 64.

	I	2		3	4		5		6	7	8	9	10	11		12
	F + H	F	H	F + H	F	H	F	H	F + H	F + H	F + H	F + H	F + H	F	H	F + H
pH	4,8	5,0	4,8	5,2	4,9	4,9	4,6	4,8	5,1	4,9	4,9	5,1	5,0	5,4	5,4	4,9
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	316	1,724	412	395	759	210	1,123	548	668	232	339	461	147	434	83	140
» » » omr.	741	1,953	479	473	870	467	1,204	631	1,419	538	902	544	630	545	160	250
S-N. urspr. dir.	1,0	2,2	1,3	1,2	1,7	5,3	1,3	1,0	—	—	1,1	—	0,8	—	—	4,3
» » omr.	2,3	2,5	1,5	1,4	1,9	11,8	1,4	1,2	—	—	2,9	—	3,4	—	—	7,7
» 3 mån. lagr. dir.	180	17	1,0	1,0	416	120	0,7	0,6	0,8	192	3,2	65	22	26	320	224
» » » omr.	423	19	1,2	1,2	477	267	0,8	0,7	1,7	445	8,5	77	93	33	614	401
Inf. jord. 3 mån. lagr. dir.	650	650	650	700	500	500	700	700	560	650	700	700	560	410	410	560
S-N. inf. » » » ..	432	704	224	384	1,080	380	1,008	576	800	300	380	486	224	480	288	370
» » » » omr.	1,014	798	260	460	1,237	845	1,081	663	1,699	695	1,011	574	960	603	552	662
CaO _{ass} % dir.	—	1,58	1,27	1,23	0,97	0,32	1,03	1,12	0,73	0,58	0,67	1,72	0,37	1,10	0,84	0,96
» % omr.	—	1,79	1,47	1,47	1,11	0,71	1,10	1,29	1,55	1,34	1,78	2,03	1,59	1,38	1,61	1,72
Glödförlust.	42,6	88,3	86,1	83,6	87,3	45,0	93,3	86,9	47,1	43,2	37,6	84,6	23,3	79,6	52,2	55,9

6. Skogssamhällen kring bäckar och käll-liknande flöden.

Tab. 67, 68 och 69.

- 1) Stickosälsbäcken.
- 2) Tibastbäcken.
- 3) Örtrik gransumpskog, parallell X:29.
- 4) » » VIII, nära timmerkojan.

Humusprov ha insamlats och undersökts från tre ställen kring Stickosälsbäcken, ett kring Tibastbäcken samt från ett ställe i vardera sumpskogen, allt enligt nedanstående schema.

N:r 1 a. Stickosälsbäcken, vid gångstigen nära Ejsjön. Lokal med *Circaea alpina*, *Ribes*, *Actæa*, *Fragaria*, *Oxalis*, ormbunkar och hallon, mosstäcke.

N:r 1 b. Stickosälsbäcken. Samma vegetation men intet mosstäcke på marken.

N:r 1 c. Stickosälsbäcken. Frodig vegetation med *Struthiopteris*, *Epipogium*, *Stellaria nemorum*.

N:r 2. Tibastbäcken. Alkärrsartat bäckskogssamhälle med *Alnus glutinosa*, *Rhamnus*, *Daphne*.

N:r 3. Örtrik gransumpskog. Parallell X.

N:r 4. » » » VIII.

Tab. 67. Växtsamhällen kring bäckar (lunddälder; 1—2) och örtrika gransumpskogar (3—4). Siljansfors försökspark. Humusanalyser.

Haintälchenwälder (1—2) und kräuterreiche Fichtensumpfwälder (3—4).

Vgl. Vegetationsanalysen Tab. 68 und 69.

	1 a	1 b	1 c	2	3		4	
	F + H	F + H	F + H	F + H	F	H	F	H
pH	5,4	5,7	5,5	5,2	4,9	5,0	5,5	5,3
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	0	0	190	60	37	134	1,071	478
» » » omr.	0	0	253	134	41	150	1,284	795
S-N. urspr. dir.	112	38	120	12	—	—	2,0	1,1
» » » omr.	216	104	160	27	—	—	2,4	1,8
» 3 mån. lagr. dir.	928	400	780	128	136	64	150	91
» » » omr.	1,793	1,086	1,039	285	152	71	180	152
Inf. jord. 3 mån. lagr. dir.	750	750	750	410	500	500	750	750
S-N. inf. » » »	720	250	700	155	528	144	1,344	704
» » » » omr.	1,391	679	933	345	590	161	1,611	1,171
CaO _{ass} % dir.	1,32	1,01	1,75	0,46	2,74	2,44	1,48	1,16
» % omr.	2,55	2,74	2,33	1,02	3,06	2,72	1,77	1,93
Glödförlust	51,8	36,8	75,1	45,0	89,6	89,6	83,4	60,1



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 59. Lunddäld kring Stickosälsbäcken. Siljansfors försökspark.
Haintälchen im Frühling.

Tab. 68. Lunddäldsartade växtsamhällen kring bäckar. Siljansfors försökspark. Haintälchen.

	Sticko- säls- bäcken	Tibast- bäcken (2)		Sticko- säls- bäcken	Tibast- bäcken (2)
Träd:	+	+	<i>Carex flava</i>	—	+
<i>Alnus glutinosa</i>	—	+	» <i>globularis</i>	+	+
» <i>glutinosa</i> × <i>incana</i> ...	+	+	» <i>Goodenowii</i>	+	—
<i>Betula pubescens</i>	+	+	» <i>Leersii</i>	+	+
» <i>verrucosa</i>	+	—	» <i>magellanica</i>	+	—
<i>Picea excelsa</i>	+	+	» <i>pauciflora</i>	+	+
<i>Pinus silvestris</i>	+	+	» <i>rostrata</i>	+	+
<i>Prunus padus</i>	+	+	» <i>tenella</i>	+	—
<i>Rhamnus frangula</i>	—	+	» <i>vaginata</i>	+	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+	<i>Deschampsia cæspitosa</i> ..	+	+
Buskar:			» <i>flexuosa</i>	+	+
<i>Daphne mezereum</i>	—	+	<i>Eriophorum latifolium</i> ..	—	+
<i>Juniperus communis</i>	+	+	» <i>polystachyum</i> ..	+	+
<i>Ribes pubescens</i>	+	—	» <i>vaginatum</i> ..	+	+
<i>Rosa cinnamomea</i>	—	=	<i>Festuca rubra</i>	—	+
<i>Rubus idæus</i>	+	+	<i>Juncus filiformis</i>	+	—
<i>Salix aurita</i>	—	+	<i>Luzula pilosa</i>	+	—
» <i>caprea</i>	—	+	» <i>multiflora</i>	+	—
» <i>caprea</i> × <i>nigricans</i> ...	—	+	<i>Melica nutans</i>	+	+
» <i>cinerea</i>	+	—	<i>Molinia coerulea</i> ..	+	+
» <i>depressa</i>	—	+	<i>Poa nemoralis</i>	+	—
» <i>lapponum</i>	+	—	<i>Scirpus alpinus</i>	+	+
» <i>nigricans</i>	+	+	» <i>austriacus</i>	+	+
» <i>phylicifolia</i>	+	—	Örter:		
<i>Viburnum opulus</i>	—	+	<i>Actæa spicata</i>	+	—
Ris:			<i>Anemone nemorosa</i>	+	+
<i>Calluna vulgaris</i>	+	+	<i>Angelica silvestris</i>	—	+
<i>Empetrum nigrum</i>	+	+	<i>Anthriscus silvestris</i> ..	+	—
<i>Ledum palustre</i>	—	+	<i>Aracium paludosum</i> ..	+	+
<i>Linnæa borealis</i>	+	+	<i>Athyrium Filix femina</i> ..	+	+
<i>Lycopodium annotinum</i> ...	+	+	<i>Campanula rotundifolia</i> ..	—	+
» <i>selago</i>	+	+	<i>Callitriche polymorpha</i> ..	+	—
<i>Oxycoccus quadripetalus</i> ...	+	+	<i>Caltha palustris</i>	+	—
<i>Pyrola chlorantha</i>	—	+	<i>Cardamine amara</i>	+	—
» <i>media</i>	—	+	<i>Chamænerium angusti-</i>		
» <i>minor</i>	+	+	» <i>folium</i>	+	+
» <i>rotundifolia</i>	—	+	<i>Chrysosplenium alterni-</i>		
» <i>secunda</i>	+	+	» <i>folium</i>	+	—
» <i>uniflora</i>	+	+	<i>Circæa alpina</i>	+	—
<i>Rubus saxatilis</i>	+	+	<i>Cirsium heterophyllum</i> ..	—	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	+	» <i>palustre</i>	+	—
» <i>uliginosum</i>	+	+	<i>Comarum palustre</i>	+	—
» <i>vitis idæa</i>	+	+	<i>Convallaria majalis</i> ..	+	—
Gräs:			<i>Corallorrhiza trifida</i>	+	+
<i>Agrostis canina</i>	+	+	<i>Drosera longifolia</i>	+	—
» <i>tenuis</i>	+	+	» <i>rotundifolia</i>	+	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i> ...	—	+	<i>Dryopteris Linnæana</i>	+	+
<i>Calamagrostis arundinacea</i> ..	—	+	» <i>Phegopteris</i> ..	+	+
» <i>gracilescens</i>	—	+	» <i>spinulosa</i>	+	+
» <i>purpurea</i>	+	+	<i>Eptilobium palustre</i>	+	—
<i>Carex canescens</i>	+	+	<i>Epipogium aphyllum</i>	+	—
» <i>dioeca</i>	+	+	<i>Equisetum palustre</i>	—	+
» <i>elongata</i>	+	—	» <i>pratense</i>	+	—
			» <i>silvaticum</i>	+	+

Tab. 68 (forts.).

	Sticko- säls- bäcken	Tibast- bäcken		Sticko- säls- bäcken	Tibast- bäcken
<i>Eupteris aquilina</i>	—	+	<i>Solidago virgaurea</i>	+	+
<i>Filipendula ulmaria</i>	+	+	<i>Stellaria longifolia</i>	+	—
» f. de- nudata.....	+	—	» nemorum.....	+	—
<i>Fragaria vesca</i>	+	+	<i>Succisa præmorsa</i>	+	+
<i>Galium boreale</i>	—	+	<i>Taraxacum</i> sp.....	—	+
» palustre.....	+	+	<i>Trientalis europæa</i>	+	+
<i>Geranium silvaticum</i>	+	+	<i>Valeriana sambucifolia</i> ...	+	+
<i>Geum rivale</i>	+	—	<i>Veronica chamædrys</i>	+	—
<i>Goodyera repens</i>	—	+	» officinalis.....	+	+
<i>Hieracium expallidifforme</i> ...	+	—	<i>Viola epipsila</i>	+	+
» sp.....	—	+	» palustris.....	+	+
<i>Hippuris vulgaris</i>	+	—	» riviniana.....	—	+
<i>Juncus supinus</i>	—	+	<i>Naumburgia thyrsiflora</i> ...	+	—
<i>Listera cordata</i>	+	—	<i>Struthiopteris Filicastrum</i>	+	—
» ovata (ca 50 m in- nanför rågången).....	—	+	Mossor:		
<i>Majanthemum bifolium</i> ...	+	+	<i>Hypnum crista castrensis</i> ...	+	—
<i>Melampyrum pratense</i>	+	+	<i>Dicranum</i> sp.....	—	+
» silvaticum.....	+	+	<i>Hylacomium parietinum</i> ...	+	+
<i>Melandrium dioecum</i>	+	—	» proliferum.....	+	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	—	» triquetrum.....	+	+
<i>Orchis maculatus</i>	+	+	<i>Marchantia polymorpha</i> ...	—	+
<i>Oxalis acetosella</i>	+	+	<i>Mylia anomala</i>	+	—
<i>Paris quadrifolia</i>	+	+	<i>Polytrichum commune</i>	—	+
<i>Parnassia palustris</i>	+	+	» juniperinum ..	—	+
<i>Pinguicula vulgaris</i>	+	+	» strictum.....	+	—
<i>Potentilla erecta</i>	—	+	» sp.....	+	—
<i>Prunella vulgaris</i>	—	+	<i>Sphærocephalus palustris</i> ...	+	—
<i>Ranunculus acris</i>	+	—	<i>Sphagnum</i> sp.....	+	—
» repens.....	+	+	Lavar:		
<i>Rubus chamæmorus</i>	+	+	<i>Cladina rangiferina</i>	—	+
<i>Selaginella selaginoides</i> ...	+	+	» silvatica.....	—	+
			» sp.....	—	+

Tab. 69. Örtrika gransumpskogar kring källliknande flöden i marken. Siljansfors.
Kräuterreiche Fichtensumpfwälder.

	3	4		3	4
Träd:		r	<i>Cirsium heterophyllum</i> ...	+	—
<i>Alnus incana</i>	+	{ (flv. y) }	<i>Corallorrhiza trifida</i>	+	e
<i>Betula pubescens</i>	+	s	<i>Dryopteris Linnæana</i>	+	{ (flv. y) }
<i>Picea excelsa</i>	+	—	» <i>Phegopteris</i>	+	t
<i>Pinus silvestris</i>	+	s	» <i>spinulosa</i>	+	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	e	<i>Epilobium palustre</i>	+	—
Buskar:		e	<i>Epipogium aphyllum</i> (I ex.)	+	e
<i>Juniperus communis</i>	+	e	<i>Equisetum pratense</i>	+	—
<i>Rubus idæus</i>	+	e	» <i>silvaticum</i>	+	—
<i>Salix cinerea</i>	+	—	<i>Eupteris aquilina</i>	+	{ (flv. y, I-3 m h) }
Ris:		s—r	<i>Filipendula ulmaria</i>	+	t
<i>Linnæa borealis</i>	+	e	<i>Fragaria vesca</i>	+	e
<i>Lycopodium annotinum</i> ...	+	t	<i>Geranium silvaticum</i>	+	t
<i>Pyrola minor</i>	+	e	<i>Geum rivale</i>	—	e
» <i>rotundifolia</i>	—	t	<i>Goodyera repens</i>	+	—
» <i>secunda</i>	+	e	<i>Hieracium</i> sp.	+	e
» <i>uniflora</i>	+	t	» sp.	—	e
<i>Rubus saxatilis</i>	+	—	<i>Listera cordata</i>	+	e
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	e	<i>Majanthemum bifolium</i> ...	+	t
» <i>uliginosum</i>	—	t	<i>Melampyrum pratense</i> ...	—	e
» <i>vitis idæa</i>	+	e	» <i>silvaticum</i> ...	+	e—t
Gräs:		s—r	<i>Orchis maculatus</i>	+	—
<i>Agrostis canina</i>	+	—	<i>Oxalis acetosella</i>	+	s—r
» <i>tenuis</i>	+	e	<i>Paris quadrifolia</i>	+	e
<i>Anthoxanthum odoratum</i> ...	—	—	<i>Polygonum viviparum</i>	—	e
<i>Calamagrostis arundinacea</i> ..	+	e	<i>Polypodium vulgare</i>	+	—
» <i>lanceolata</i>	+	s	<i>Potentilla erecta</i>	+	e
» <i>purpurea</i>	+	—	<i>Prunella vulgaris</i>	—	e
<i>Carex canescens</i>	—	—	<i>Solidago virgaurea</i>	+	—
» <i>digitata</i>	—	e	<i>Succisa præmorsa</i>	—	e
» <i>pallescens</i>	—	e	<i>Taraxacum</i> sp.	—	e
» <i>vaginata</i>	—	e	<i>Trientalis europæa</i>	+	t
<i>Deschampsia caespitosa</i> ...	+	—	<i>Veronica officinalis</i>	+	e
» <i>flexuosa</i>	+	e	<i>Viola palustris</i>	+	—
<i>Luzula multiflora</i>	—	e	» <i>riviniiana</i>	—	e
» <i>pilosa</i>	+	e	Mossor:		y
<i>Melica nutans</i>	—	t	<i>Hylocomium parietinum</i> ...	+	t
Örter:		r—y	» <i>proliferum</i> ...	+	t
<i>Achillea millefolium</i>	—	e	» <i>triquetrum</i> ...	+	r
<i>Antennaria dioeca</i>	—	e	<i>Polytrichum commune</i> ...	—	e
<i>Aracium paludosum</i>	+	—	<i>Hypnum crista castrensis</i> ...	+	e
<i>Athyrium Filix femina</i> ...	+	—	<i>Sphagnum</i> sp.	+	—
<i>Campanula patula</i>	—	e	Lavar:		e
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	—	e	<i>Peltigera aphthosa</i>	+	e
<i>Chamænerium angustifolium</i>	—	e	» sp.	—	e

3 = beståndsdel vid parallell X.

4 = » » » VIII, nära timmerkojan.

Dalarna. Hamra kapellag. Hamra nationalpark i Hamra kronopark. Kartan sid. 209, n:r 12. Undersökt sept. 1922.

Genom oförutsedda händelser hann ej några mer ingående undersökningar att utföras på denna plats. Nationalparken, som har en areal av 26,80 har, varav 19,54 har utgöres av skogsmark, är belägen på östra sidan av Svan-sjön i Hamra kronopark på en höjd av c:a 400 m. ö. h. I norra delen av parken upptogs en provyta om en hektar, som undersöktes av jägmästare T. WENMARK. Tallen hade en ålder upp till 260 år, granen till 250. Virkeskapitalet uppgick till 338 kbm per hektar, varav 65,5 % tall, 33,7 % gran och resten löv. Tallens medelhöjd var 20,4 m, granens 7 m och lövträdens 7,8 m. I markbetäckningen voro blåbär ymniga, lingon tunnsådda. Mosstäcket utgjordes av *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum*, *Hypnum crista castrensis*, *Polytrichum commune*. I markprofilen fanns 7 cm råhumus, 11 cm blekjord och 12 cm rostjord. I en annan provyta med mer övervägande tall uppgick tallens ålder till över 300 år, den totala kubikmassan till 228 kbm, varav 97,7 % tall, 1,6 % gran och 1,7 % löv. Markbetäckningen utgjordes av blåbär (rikl.), lingon och ljung, strödda, samt enstaka *Dryopteris Linnæana*. Moss- och lavfläckar växlade med varandra; i de förra ingingo *Hylocomium proliferum* och *parietinum*, i de senare *Cladina rangiferina* och *C. silvatica* samt enstaka *Peltigera*. I markprofilen uppmättes 5 cm råhumus, 4 cm blekjord och därunder rostjord. Reaktionstalen i råhumustäckena voro p_H 3,7, resp. p_H 3,8.

Medelpad. Haverö socken. Skogsområde strax söder om Holmsjön tillhörande Skönviks aktiebolag, kallat *Sandbo*- och *Kölsillre*-skiftena. Kartan sid. 209, n:r 13.

De undersökta skogarna ligga på en nordsluttning vid Holmsjöns södra strand och på en höjd ö. h. av omkring 260—300 m. Marken utgöres av urbergsmorän med ordinär podsolprofil. I traktens vegetation skönjes ej någon kalkpåverkan eller endast en svag sådan. Samtliga undersökta bestånd ha uppkommit efter svedning, som gagnat såväl björk som i synnerhet gråal. Gråalen har emellertid dött ut och marken är nu här och där belamrad med multnande gråalsstammar. Såväl björk som framförallt gråal har bidragit till markens bördighet. Bestånden utmärka sig för sin höga växtlighet (jmf. fig. 60).

Inom det svedjade området undersöktes ett par olika bestånd.

1. Mossrik gran-tallskog av *Dryopteris*-typ i kraftig sluttning mot norr. Beståndet har under uppväxttiden varit starkt inblandat med gråal, som nu är död och vars stammar ligga ganska tätt på marken. Tallen är omkring nittio år och har en höjd av 25—26 m.

Markbetäckning (Raunkiaer-analys, 25 smårutor).

Småträd:	F %	A %
<i>Alnus incana</i>	4	—
<i>Picea excelsa</i>	12	—
Ris:		
<i>Linnæa borealis</i>	96	19,2
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	92	5,2
» <i>myrtillus</i>	40	1,6
<i>Lycopodium annotinum</i>	24	2,4
<i>Pyrola secunda</i>	4	—

Gräs och örter:

	F %	A %
<i>Oxalis acetosella</i>	100	40
<i>Deschampsia flexuosa</i>	88	2,8
<i>Dryopteris Linnæana</i>	20	—
<i>Luzula pilosa</i>	12	—
<i>Veronica officinalis</i>	4	—
<i>Hieracium</i> cfr. <i>silvaticum</i>	—	—

Mossor:

<i>Hylocomium proliferum</i>	96	38
» <i>parietinum</i>	88	23,2
<i>Hypnum crista castrensis</i>	80	5,6
<i>Mnia</i>	16	—
<i>Polytrichum commune</i>	16	—
<i>Dicrana</i>	12	—
<i>Hylocomium triquetrum</i>	8	—

Blad och barr	96	30,8
---------------------	----	------

2. Mossrik gran-tallskog av *Geranium*-typ kring en bäckliknande sänka i marken, som saknar synligt vatten. Tallens ålder är 80 år och höjd 26 m; granen invandrar i beståndet. Marken belamrad med multnande grålsstammar; flertalet av dessa ligga med uppstjälppta rotkronor.

Ris, r—y.

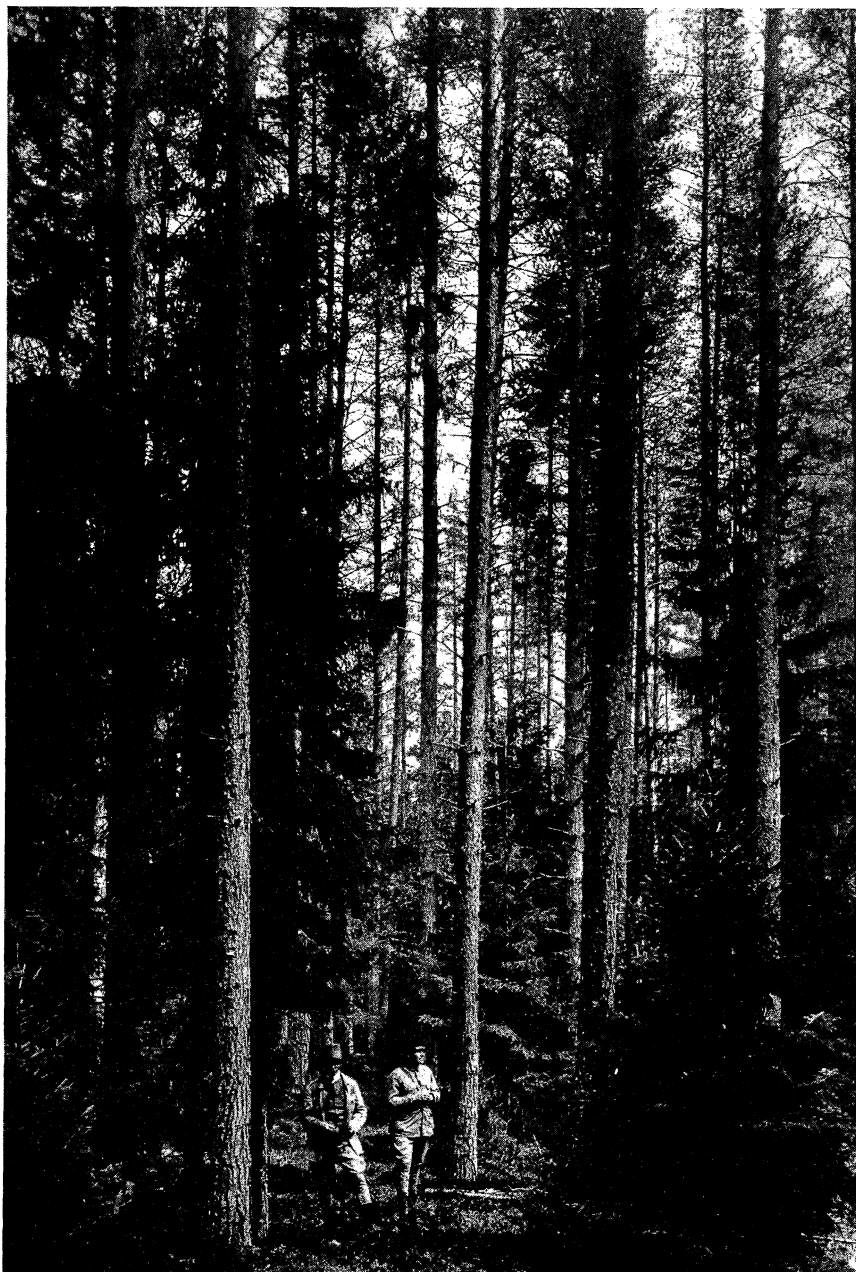
<i>Lycopodium annotinum</i> , flv. y.	<i>Pyrola minor</i> , t.
<i>Linnæa borealis</i> , r.	» <i>rotundifolia</i> . t.
<i>Vaccinium myrtillus</i> , s.	» <i>secunda</i> , t.
» <i>vitis idæa</i> , t.	» <i>uniflora</i> , e.

Gräs och örter, flv. r.

<i>Dryopteris Linnæana</i> , r.	<i>Deschampsia flexuosa</i> , e.
<i>Prunella vulgaris</i> , flv. y.	<i>Agrostis tenuis</i> , e.
<i>Oxalis acetosella</i> , s.	<i>Cerastium cæspitosum</i> , e.
<i>Dryopteris spinulosa</i> , s.	<i>Rubus idæus</i> . e.
<i>Dryopteris Phegopteris</i> , t.	<i>Trifolium repens</i> , e.
<i>Fragaria vesca</i> , t.	<i>Veronica officinalis</i> , e.
<i>Geranium silvaticum</i> , t.	» <i>serpyllifolia</i> , e.
<i>Geum rivale</i> , t.	<i>Viola palustris</i> , e.
	» <i>riviniana</i> . e.

Mossor: *Hylocomium proliferum*, r., *H. triquetrum*, flv. y., *H. parietinum*, s., *Hypnum crista castrensis*, *Dicrana*, *Mnia*, *Polytrichum juniperinum*, *Bryum roseum*, *Jungermania*.

3. Mossrik tall-granskog av *Dryopteris*-typ i liden, 25 m höga träd. Risen mera framträdande och *Oxalis* mera tillbakaträngd än i bestånd n:r 1. Risen äro linnéa, blåbär, lingon och *Lycopodium annotinum*; mosstäckets



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av H. HESSELMAN.

Fig. 60. Tallskog med invandrande gran uppkommen å gammal sved. Medelpad, Haverö sn. Kölsillre.

Kiefernwald mit einwandernder Fichte entstanden auf abgebranntem Boden.

domineras av *Hypnum crista castrensis*, varjämte förekomma *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum* och *Polytrichum juniperinum*.

4. Mossrik tall-granskog av *Dryopteris*-typ längre upp i liden, ej fullt så vacker som 1—3. Beståndet har varit blandat med björk och gråal; multnande stammar av dessa träd ligga nu i mängd på marken. Markbetäckning av lingon, blåbär, linnéa, *Lycopodium annotinum*, tunnssädda örter såsom *Oxalis acetosella* och *Dryopteris spinulosa*. Mosstäcke huvudsakligen av *Hylocomium proliferum*.

5. Väl sluten granskog med nästan rent mosstäcke nederst i liden. Granen c:a 40 år och 21 m hög. Mosstäcke av *Hylocomium proliferum* och enstaka *H. triquetrum*. I detta träffas enstaka individ av *Oxalis acetosella*.

Tab. 70. Svedjebestånd. Haverö sn. Kölsillreskiftena. Humusanalyser. Bestände entstanen nach Abbrennen des Bodens. Medelpad. Haverö. Humusuntersuchungen.

	1		2		3		4		5	
	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H
PH	4,4	4,4	5,6	4,5	4,7	4,5	4,8	4,9	4,7	4,4
Am-N. urspr. dir.	56	0	277	122	67	29	194	172	113	91
» » omr.	80	0	311	156	118	88	207	200	136	140
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	546	484	557	72	362	304	2,067	1,303	1,089	750
» » » omr.	788	1,011	626	92	641	918	2,213	1,518	1,306	1,153
Am-N koeff. %	4,55	4,84	2,32	0,28	3,02	3,79	10,88	5,92	6,41	5,77
S-N. urspr. dir.	1,2	0,6	39,0	120	0,8	0,3	1,6	0,5	1,0	0,4
» » omr.	1,7	1,3	43,9	153	1,4	0,9	1,7	0,6	1,2	0,6
S-N. 3 mån. lagr. dir.	2,4	1,2	960	840	2,0	0,8	6,4	5,0	2,0	1,8
» » » omr.	3,4	2,5	1,079	1,068	3,5	2,4	6,9	5,8	2,4	2,8
S-N. koeff. %	0,02	0,01	4,00	3,23	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01
Inf. jord	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
S-N. inf. 3 mån. lagr. dir.	71	70	1,020	587	113	119	320	387	194	28
» » » omr.	102	145	1,147	747	199	359	313	452	232	43
N-tot. % dir.	1,2	1,0	2,4	2,6	1,2	0,8	1,9	2,2	1,7	1,3
» » omr.	1,7	2,1	2,7	3,3	2,1	2,4	2,0	2,6	2,0	2,0
CaO _{ass} % dir.	0,62	0,29	0,98	0,66	0,88	0,40	1,06	0,76	0,70	0,35
» » omr.	0,88	0,61	1,10	0,84	1,56	1,21	1,13	0,89	0,84	0,54
Glödförlust	69,4	47,9	89,0	78,7	56,6	33,1	93,4	85,8	83,4	65,0

Medelpad. Skogsparti utmed vägen Ånge station—Telge. Kartan sid. 209, nr 14. Undersökt ^{22/9} 1921.

Utmed vägen mellan Ånge och Erikslund finnas, liksom i allmänhet i Ljungans nedre dalgång, väl slutna barrblandbestånd eller rena granbestånd av mera sörländsk typ, såväl med hänsyn till träd kronornas form som markbetäckning. Denna utgöres nämligen av ett tämligen rent mosstäcke med mycket svag inblandning av ris, såsom blåbär, lingon och linnéa. Örter och gräs förekomma sparsamt såsom *Goodyera repens*, *Festuca ovina* och *Deschampsia flexuosa*. *Hylocomium parietinum*, *H. proliferum*, *Hypnum crista castrensis*, *Polytrichum juniperinum* och *Dicranum*-arter bilda ett mera tunt mosstäcke, underlagrat av ett tunt och luckert humusskikt, mycket nära överensstämmande med det humusskikt, som bildas i de mer slutna Jönåkersbestånden.

Tab. 71. Humusanalys från sluten granskog med rent mosstäcke utmed vägen
Ånge station—Telge.

Fichtenwald mit reiner Moosdecke. Medelpad. Ånge station—Telge.

	F	H
PH	4,8	4,3
Am-N, urspr. dir.....	102	30
» » omr.	117	49
» 3 mån. lagr. dir.	870	100
» » » omr.	996	164
S-N, urspr. dir.....	1,2	1,2
» » omr.	1,4	2,0
» 3 mån. lagr. dir.....	3,5	1,2
» » » omr.	4,0	2,0
Inf. jord. 3 mån. lagr. dir.....	200	200
S-N, inf. » » dir.....	255	8
» » » » omr.	292	13
N-tot. % dir.	1,6	0,9
» % omr.	1,8	1,2
CaO _{ass} % dir.	1,02	0,50
» % omr.	1,17	0,82
Glödförlust	87,4	61,0

Jämtland. Bodsjö socken. Kartan sid. 209, n:r 15.

Litteratur: HÖGBOM (1920).

Bodsjö och närgränsande socknar i östra Jämtland äro kända för sina goda, högproduktiva skogsmarker. Berggrunden utgöres av den grovkorniga, och i kemiskt hänseende ganska kalkfattiga revsundsgraniten, vilken bergart torde utgöra huvudmassan av moränmaterialet. Kalkälskande växter äro emellertid ingalunda ovanliga, *Cypripedium calceolus*, *Nigritella nigra*, *Achroanthus* (*Malaxis*) *monophylos* anträffas på anmärkningsvärt många ställen. *Anemone hepatica*, som här befinner sig nära gränsen för sitt utbredningsområde mot nordväst (GUNNAR ANDERSSON och SELIM BIRGER 1912, sid. 334), hör till de vanligare växterna. *Carex flava* och *Eriophorum latifolium* träffas regelbundet i kanter av myrar och försumpningar. Orsaken till att dessa växter allmänt förekomma är utan tvivel att söka i en ganska hög kalkhalt hos moränen. Från det väster ut belägna silurområdet ha åtminstone under den tidigare delen av istiden kalk- och andra silurblock transporterats väster ut över urbergsterrängen. I trakten av Bräcke och Gällö äro kalkblock ingalunda ovanliga och över huvud taget torde moränernas djupare lager ha en ingalunda liten halt av kalciumkarbonat. De kalk- eller mullälskande växterna uppträda företrädesvis vid basen eller nedre delen av de moränklädda liderna, medan höjderna intagas av barrskogar med ett till synes vanligt råhumustäcke, kalkpåverkan är där mindre tydlig. Denna fördelning av de kalk- eller mullälskande växterna står i närmaste relation till kalkens uttvättning. Det kalkhaltiga vattnet bryter fram mer eller mindre rikligt vid sluttningarnas bas, medan en kalkuttvättning äger rum på höjderna. Kalken visar sålunda sin inverkan på vegetationen tydligast dit den vandrar, mindre skarpt där den anstår. Analoga företeelser ser man inom Jämtlands silurområde (se HESSELMAN 1917 a, sid. 403). Utom det att nyssnämnda växter äro vanligare än i andra delar av Norrland, utmärka sig ofta barrskogarna

i Bodsjö för en ganska stor rikedom på örter, exempel härpå nämnas här nedan. I skogligt hänseende utmärka sig skogarna i Bodsjö för stor växtlighet och en påfallande god föryngring.

För att illustrera humusbildningen i barrskogen togos prov från följande bestånd och föryngringsytor. (Se tab. 72).

1. *Bodsjöbyn*. Mossrik tall-granskog av *Dryopteris*-typ på moränklädd höjd c:a 430 m ö. h. Bestånd av c:a 250-årig tall och något yngre gran. Träden 18—20 m höga. Inblandning av björk och något asp. Beståndet väl slutet, har sannolikt uppkommit efter brand. Grankronorna endast måttligt lavbehängda.

Ris, y.

Vaccinium myrtillus, y., frodig.

Linnæa borealis, t.

Vaccinium vitis idæa, spr.

Lycopodium annotinum, e.

Gräs och örter, s.

Deschampsia flexuosa, s.

Dryopteris Linnæana, s.

Goodyera repens, e.

Luzula pilosa, e.

Trientalis europæa, e.

Mossor, y.

Hylocomium proliferum, y.

Hypnum crista castrensis, y.

Polytrichum commune, r.

Sphagnum Girgensohnii, s.

Hylocomium parietinum, t.

Jungermania lycopodioides, t.

Utpräglat råhumustäcke, c:a 5 cm mäktigt, mycket segt och sammanvävt genom rötter och krypande skott av blåbärsriset. Det undre skiktet påfallande starkt genomvävt av svampmycel.

2. *Bodsjöbyn*. Nedanför lidslutningen barrblandbestånd av *Anemone hepatica*-typ med inslag av björk, uppkommet efter svedning. Tall och gran nå en höjd av 25 m vid en ålder av 100—110 år. Starkt inslag av örter i markbetäckningen. Markbetäckning av blåbär och lingon, dominerande, samt linnéa, *Pyrola secunda*, *Oxalis acetosella*, *Fragaria vesca*, *Anemone hepatica*, *Rubus arcticus*, *R. saxatilis*, *Trientalis europæa*, *Majanthemum bifolium*, *Dryopteris Linnæana*, *Pyrola rotundifolia*, *Geum rivale*, *Vicia sepium*, *Lathyrus pratensis*, *Hylocomium proliferum* med här och där inslag av *Hylocomium triquetrum*. Markbetäckningen något mosaikartad. De örtrikare partierna insprängda i de mer risrika; humuslagret i de förra avgjort mer mullartat än i de senare.

3. *Skurun*. Mossrik tall-granskog av *Anemone hepatica*-typ med insprängd björk ovanför Tegströms gård vid vägen till Våle. Något oregelbundet bestånd, sannolikt uppkommet på en gammal slåttermark. Tall och gran c:a 70-åriga med mycket vacker tillväxt.

Träd, r.

Pinus silvestris, s.

Picea excelsa, s.

Betula pubescens, t.

» *verrucosa*, t.

Sorbus aucuparia, t.

Alnus incana, e.

Populus tremula, e.

Salix caprea, e.

Ris, r—y.

Vaccinium myrtillus, r.

» *vitis idæa*, r.

Linnæa borealis, t.

Lycopodium annotinum, e.

Pyrola rotundifolia, e.

» *secunda*, e.

Örter och gräs, r—y.

Deschampsia flexuosa, s.
Rubus saxatilis, t.
Geranium silvaticum, t.
Agrostis tenuis, e.
Anemone hepatica, e.
Chamænerium angustifolium, e.
Habenaria viridis, e.
Dryopteris Linnæana, e.
Hieracium cfr. *dovrense*, e.
 » cfr. *silvaticum*, e.

Lathyrus vernus, e.
Luzula pilosa, e.
Melica nutans, e.
Oxalis acetosella, e.
Ranunculus acris, e.
Solidago virgaurea, e.
Veronica chamædrys, e.
 » *officinalis*, e.
Vicia sepium, e.
 » *silvatica*, e.
Viola riviniana, e.

Mossor, r.

Hylocomium proliferum, r.
 » *parietinum*, s.
 » *triquetrum*, s.

Hypnum crista castrensis, e—t.
Bryum roseum, e.
Dicrana, e.

Lavar, e.

Cladina silvatica, e.

Cladonia sp., e.
Peltigera canina, e.

Markprofil: Under ett tunt förnalager ett 9—10 cm mäktigt, av maskar väl genomarbetat mullskikt, under detta ett svagt rostfärgat, c:a 30 cm mäktigt skikt, som så småningom övergår i den mera blekgråa, opåverkade moränen.

4. *Skurun.* Mossrik tall-granskog av *Dryopteris*-typ med insprängd björk utmed vägen till Våle. Bestånd av god växtlighet, sannolikt uppkommet på en gammal sved.

Markbetäckning av lingon, blåbär samt *Pyrola rotundifolia*, *P. secunda*, *Lycopodium annotinum*, *Linnæa borealis*, *Rubus saxatilis*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis acetosella*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris Linnæana*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum pratense*, *Solidago virgaurea*, *Viola riviniana*, *Veronica officinalis*, *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum*, *H. triquetrum*, *Bryum roseum*.

Markprofil: Under det mera lösa förnatäcket en utpräglad, av maskar genomarbetad mull. Ingen blekjord.

5. *Skurun.* Utmed vägen till Våle. Föryngringsyta. Vackert ungskogsbestånd av tall, uppdraget efter svedning år 1906. Björkinblandning i beståndet. Rikligt med örter i markbetäckningen, såsom exempelvis *Anemone hepatica*, *Chamænerium angustifolium*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Gentiana amarella*, *Geranium silvaticum*, *Gnaphalium silvaticum*, *Lathyrus vernus*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum pratense*, *Melica nutans*, *Ranunculus acris*, *Rubus idæus*, *Rubus saxatilis*, *Solidago virgaurea*, *Veronica officinalis*, *Vicia sepium*, *Vicia silvatica*, *Viola riviniana*, samt vidare ris såsom *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis idæa*, *Calluna vulgaris*, *Pyrola secunda*, *Pyrola rotundifolia*.

Markprofil: Under ett tunt förnatäcke ett c:a 10 cm mäktigt skikt svart mull av mera finkornig beskaffenhet. Mindre god struktur än i mulltäcket i beståndet. Ingen blekjord.

6. *Skurun.* Föryngringsyta å höjden mellan vägarna till Våle och Bodsjön. Moränklädd höjd c:a 370 m ö. h. Obränt hygge, besätt 1906. Tallkulturen

Tab. 72. Skogsbestånd och föryngringsytor. Jämtland. Bodsjö sn. Humusanalyser.
Waldbestände und Verjüngungsflächen. Jämtland, Kirchspiel Bodsjö. Humusuntersuchungen.

	1		2			3		4	5	6	7			8
	F	H	Markbet. Ris	Markbet. <i>Fragaria</i>	Markbet. <i>Hepatica</i>	a ¹	b ²				a ³	b ⁴	c ⁵	
PH	5,2	4,2	4,6	6,4	6,1	5,7	5,7	5,2	6,8	5,2	6,7	6,4	5,4	4,5
Am-N. urspr. dir.....	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
» » omr.	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
» 3 mån. lagr. dir.	956	0	357	0	227	0	0	0	0	216	0	0	41	313
» » » omr.	1,244	0	522	0	289	0	0	0	0	494	0	0	68	489
» koeff. %	4,35	0	2,97	0	1,26	0	0	0	0	1,96	0	0	0,41	2,23
S-N. urspr. dir.....	4,8	—	28	0	1,4	0,8	0,3	0,3	0	0	45	38	0,8	2
» » omr.	6,2	—	41	0	1,8	5,4	2,8	3,8	0	0	97	61	1,3	3,1
» 3 mån. lagr. dir.	4,8	—	1,4	440	54	—	38	—	440	250	400	640	520	5,4
» » » omr.	6,2	—	2,0	533	69	—	351	—	782	571	865	1,043	859	8,4
» koeff. %	0,02	0	0,01	2,35	0,30	—	0,94	—	3,14	2,27	3,64	6,40	5,20	0,04
Inf. jord. 3 mån. lagr.....	224	224	224	224	224	100	190	190	224	224	—	224	224	224
S-N. inf. 3 mån. lagr. dir.....	310	0,9	210	520	620	38	56	54	320	440	—	580	520	109
» » » » omr.	403	1,9	307	629	789	250	526	612	569	1,005	—	945	859	170
N-tot. % dir.	2,2	1,1	1,2	1,7	1,8	0,5	0,4	0,2	1,4	1,1	1,1	1,0	1,0	1,4
» % omr.	2,9	2,3	1,7	2,1	2,3	3,3	3,7	2,5	2,5	2,5	2,4	1,6	1,7	2,2
CaO _{ass} % dir.....	0,95	0,37	0,90	3,01	3,14	0,56	0,54	0,31	2,40	0,92	1,36	1,53	0,97	0,79
» % omr.	1,24	0,78	1,32	3,63	4,00	3,74	5,05	3,9	4,27	2,10	2,94	2,49	1,60	1,24
Glödförlust	76,9	47,3	68,3	82,6	78,5	15,0	10,7	8,00	56,3	43,8	46,2	61,4	60,5	63,9

1 = översta delen av mullskiktet, 2 = mellersta och nedre delen av mullskiktet, 3 = Något starkare bränt parti med nitratofila växter.
4 = Svagt bränt parti, översta humusskiktet, förrnan, 5 = Svagt bränt parti, nedre humusskiktet.

utmärkt vacker. Vegetation: tall, gran, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Alnus incana*.

Ris, r.

Vaccinium myrtillus, r.
» *vitis idæa*, r.

Calluna vulgaris, e—t.
Linnæa borealis, e.
Lycopodium annotinum, e.

Örter och gräs, s.

Chamænerium angustifolium, *Deschampsia flexuosa*, *Fragaria vesca*, *Geranium silvaticum*, *Luzula pilosa*, *Majanthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *Melica nutans*, *Oxalis acetosella*, *Rubus idæus*, *Solidago virgaurea*, *Trientalis europæa*, *Veronica officinalis*.

Mossor, y.

Hylocomium parietinum, r.
» *proliferum*, r.
Polytrichum commune, t.

Dicrana, e.
Hypnum crista castrensis, e.
Hylocomium triquetrum, e.
Polytrichum juniperinum, e.

7. Bodsjöbyn. Föryngringsyta på höjden ovanför Bodsjön. Morän. C:a 430 m ö. h. Avverkningsyta 100 × 100 m, skogen avverkad vintern 1918—1919, svagt bränd i slutet av maj månad 1920. Mosstäcket avbränt, men risen ej döda, h. o. d. friska, gröna skott av blåbär och lingon. Spridda tuvor av *Deschampsia flexuosa* och enstaka unga plantor av *Chamænerium angustifolium*, *Rubus idæus*, *Luzula pilosa* och *Taraxacum officinale*.

8. Bodsjöbyn. Föryngringsyta på höjden ovanför Bodsjön, c:a 430 m ö. h. Skogen avverkad vintern 1918—1919, obränt hygge med svagt börjad förvandling av råhumustäcket.

Jämtland. Bräcke socken. Bräcke. Kartan sid. 209, nr 16.

Även i Bräcke socken förekomma siluriska kalkblock i moränen, såsom på Sösjö kronopark c:a 400 m ö. h., där åtminstone torvmarkerna röna stort inflytande av markens kalkhalt. Även på lägre nivåer synes detta vara fallet med skogen om man får döma av den tallskog, som finnes på sand c:a 300 m öster om Bräcke kyrka.

Beståndet utgöres av en väl sluten tallskog med en tät föryngring, sannolikt uppkommen för 35 å 40 år sedan efter en skogsbrand att döma av talrika brandlyror.

Ståndortsanteckning utförd av C. MALMSTRÖM ¹⁷/₉ 1921.

Träd, r—y.

Pinus silvestris, r.
Picea excelsa, e, låg.
Betula pubescens, e, låg.

Populus tremula, e, låg.
Sorbus aucuparia, e, låg.

Buskar, e.

Salix caprea, e.

Ris, y.

Vaccinium myrtillus, r—y.
» *vitis idæa*, r—y.
» *uliginosum*, e.

Calluna vulgaris, r.
Linnæa borealis, e—t.
Empetrum nigrum, e.

Örter och gräs, t.

Deschampsia flexuosa, t.*Equisetum hiemale*, e.*Luzula pilosa*, e.*Melampyrum pratense*, e.*Trientalis europæa*, e.

Mossor, y.

Hylocomium parietinum, y.» *proliferum*, t.*Dicrana*, t.*Hypnum crista castrensis*, t.*Polytrichum commune*, e.

Lavar, t.

Cladina rangiferina, t.» *silvatica*, e.*Nephroma arcticum*, e.*Peltigera aphotosa*, e.

Tallföryngringen har en höjd av omkr. 1 meter och är rikligast i närheten av de äldre träden, som nå en höjd av 12—14 m.

Tab. 73. Mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ. Jämtland. Bräcke. Humusanalys.
Mossreicher Kiefernwald. Humusuntersuchung.

PH	4,7
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	419
» » » omr.	791
S-N. 3 mån. lagr. dir.	11
» » » omr.	21
Inf. jord. 3 mån. lagr.	190
S-N. inf. » » dir.	113
» » » » omr.	212
N-tot. % dir.	1,3
» % omr.	2,5
CaO _{ass} % dir.	0,72
» % omr.	1,36
Glödförlust	53,0

Jämtland. Revsunds socken. Stavre. Kartan sid. 209, nr 16.

Strax norr om Stavre vid banan Bräcke—Storlien är barrblandskogen synnerligen vacker och påminner mycket om förhållandena i Jönåkers häradsallmäning i Södermanland. På något torrare mark utgöres markbetäckningen av de vanliga risen, blåbär och lingon, samt de vanliga skogsmossorna, *Hylocomium proliferum* och *Hypnum crista castrensis*. Örter förekomma mera spritt såsom *Geranium silvaticum*, *Oxalis acetosella*, *Viola riviniana*, *Rubus saxatilis*, *Hieracium* cfr. *silvaticum*. Där marken är mera sluttande tilltar örtrikedomen betydligt och uppträda sådana arter såsom *Vicia sepium*, *Anemone hepatica*, *Geum rivale*, *Fragaria vesca*, *Aconitum septentrionale*, *Filipendula ulmaria* (fuktigare platser), *Prunella vulgaris*. Örtrikedomen är störst i små sänkor i marken eller på platser, där marken genomfuktas av vatten.

På den mer plana marken finns under humustäcket, som är tunt och har god omsättning, en svagt utbildad, delvis humusblandad blekjord. På sluttningarna finns under mosstäcket ett av svamphyfer genomvävt förmultnings-skikt och under detta ett luckert, kornigt, av maskar väl genomarbetat mulllager. I denna del av skogen spelar *Hylocomium triquetrum* en stor roll i markbetäckningen.

Föryngringen i barrblandskogen, även på den mera plana marken, är god. I smärre luckor finnas talrika granplantor. Där uppträda ock nitratofila plantor såsom hallon och *Chamænerium angustifolium*.

Humusprov för analys ha insamlats från följande platser (se tab. 74):

1. Sluten tall-granskog med mera rent mosstäcke i markbetäckningen. Humuslagret mullartat.

2. Sluten granskog med rent mosstäcke, inga örter. Mull med metmaskar.

3. Slutet bestånd av mossrik granskog av *Anemone hepatica*-typ. Markbetäckning: *Anemone hepatica* och *Hylocomium triquetrum* samt *Vaccinium vitis idæa*.

4. Slutet bestånd av mossrik granskog av *Anemone hepatica*-typ. Något fuktigare plats med örter.

5. Mossrik granskog av *Anemone hepatica*-typ på mark med genomsipprande vatten. Örtvegetation av *Oxalis acetosella*, *Geum rivale*, *Fragaria*, *Pyrola rotundifolia*, *Vaccinium myrtillus* och *V. vitis idæa*, *Hylocomium proliferum*.

6. Lucka med *Fragaria vesca*.

7. Föryngringslucka med *Fragaria vesca* och gran.

8. Föryngringslucka med *Chamænerium angustifolium* och *Polytrichum commune*.

Tab. 74. Slutna bestånd och föryngringsytor. Jämtland. Stavre. Humusanalyser. Geschlossene Bestände (1—5) und Verjüngungsflächen (6—8). Jämtland. Stavre. Humusuntersuchungen.

	1		2	3	4	5	6	7	8
	F	H	H	H	F + H	H	H	H	H
PH	5,6	5,4	5,4	6,6	5,8	6,9	6,5	5,2	4,7
Am-N. urspr. dir.	49	0	0	0	0	13	47	0	120
» » omr.	131	0	0	0	0	64	70	0	164
» 3 mån. lagr. dir.	342	0	0	0	182	0	0	0	585
» » » omr.	909	0	0	0	615	0	0	0	597
Am-N. koef. %	4,28	0	0	0	2,02	0	0	0	3,66
S-N. urspr. dir.	2	0,3	0,6	2	1,2	0,9	24	55	40
» » omr.	5,3	2,9	5,2	9,7	4,1	4,4	36	93	55
» 3 mån. lagr. dir.	150	1,6	1,1	28	25	35	480	720	840
» » » omr.	399	15,3	9,5	135	85	171	721	1,215	1,145
» koef. %	1,88	0,05	0,04	0,4	0,28	0,58	2,67	7,2	5,25
Inf. jord, 3 mån. lagr. dir.	190	190	190	190	190	190	190	190	190
S-N. inf. » » »	560	29	66	33	360	23	330	720	800
» » » » omr.	1,489	280	567	159	1,219	113	496	1,215	1,090
N-tot. % dir.	0,8	0,3	0,3	0,7	0,9	0,6	1,8	1,0	1,6
» % omr.	2,1	2,9	2,6	3,4	3,0	2,9	2,7	1,7	2,2
CaO _{ass} % dir.	1,94	0,55	0,35	1,15	0,72	1,51	2,88	1,36	0,54
» % omr.	5,16	5,27	30,3	5,56	2,43	7,38	4,33	2,29	0,74
Glödförlust.	37,6	10,4	11,3	20,7	29,5	20,5	66,5	59,3	73,4

Jämtland. Bispgården. Gallringsförsök i tallskog. Kartan sid. 209, n:r 17.

Litteratur: GUNNAR SCHOTTE (1917, sid. 121).

Undersökningarna äro förlagda till skogsavdelningens provyta n:r 40 å Fors kyrkoherdeboställe. Beståndet växer på älvsand, underlagrad av lera, i



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 61. Jämtland, Bispgården. Tallskog av *Vaccinium*-typ. Provyta 40, orörd jämförelseyta.

Moosreicher Kiefernwald von *Vaccinium*-Typus. Probefläche 40. Vergleichsfläche.

Tab. 75. Yta för gallringsförsök i tallskog. Bispgården.
Durchforstungsversuche in Kiefernwald.

	Gallrad ¹		Ogallrad ¹	
	F %	A %	F %	A %
Ris:				
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	100	17,4	100	8,4
» <i>myrtillus</i>	40	2,0	24	—
<i>Linnæa borealis</i>	16	—	92	0,3
<i>Calluna vulgaris</i>	4	—	4	—
Örter och gräs:				
<i>Antennaria dioeca</i>	4	—	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	—	—	4	—
Mossor:				
<i>Hylocomium parietinum</i>	100	63,6	—	72,0
» <i>proliferum</i>	64	—	100	—
<i>Dicranum undulatum</i>	52	—	32	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	52	—	52	—
<i>Dicranum scoparium</i>	32	—	88	—
<i>Polytrichum juniperinum</i>	4	—	24	—
Lavar:				
<i>Peltigera aptosa</i>	4	—	8	—

Tab. 76. Gallringsförsök i tallskog
Durchforstungsversuche in

	O g a l l r a d y t a ¹												
	1		2	3		4		5		6		Medeltal 2-6	
	F	H	F+H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H
Ph.....	—	4,3	4,2	4,1	3,8	4,00	3,9	4,1	3,9	4,2	3,8	4,1	3,8
Am-N. urspr. dir.	—	—	249	—	0	0	0	0	0	182	72	84	18
» » omr.	—	—	—	—	0	0	0	0	0	—	—	—	—
» 3 mån. lagr. dir. ...	509	639	1 939	747	917	340	50	1 230	411	1 306	1 020	905	550
» » » omr.	—	896	—	781	1 507	—	—	1 324	532	—	—	—	—
» koeff. %	—	5,97	—	4,15	9,17	—	—	6,47	3,16	—	—	—	—
S-N. 3 mån. lagr. dir.	2,4	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » omr.....	—	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» koeff. %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Inf. jord. 3 mån. lagr.	163	163	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S-N. inf. 3 mån. lagr. dir....	2,4	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » omr... ..	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N-tot. % dir.	—	1,1	—	1,8	1,0	—	—	1,9	1,3	—	—	1,85	1,15
» % omr.	—	1,5	—	1,9	1,6	—	—	2,0	1,7	—	—	1,95	1,65
CaO _{ass} dir.	—	0,49	—	0,59	0,37	—	—	0,63	0,53	—	—	0,62	0,45
» omr.	—	0,69	—	0,62	0,61	—	—	0,70	0,69	—	—	0,66	0,65
Glödförlust	—	71,3	—	95,7	60,8	—	—	92,7	77,1	—	—	—	—

¹ Gallrad = durchforstet, ogallrad = undurchforstet, yta = Fläche. Medeltal = Mittel.

² Prov under multnande ris. — Unter vermoderndem Reisig.

sluttningen mot Indalsälven. Då terrängen inom de invid varandra belägna försöksytorna är något ojämn, utvaldes inom de båda ytorna tvenne smärre jämförelseytor, så likformigt belägna som möjligt. Endast dessa mindre ytor ha undersökts och jämförts med varandra.

Undersökning av markbetäckningen (RAUNKJÆRS analys, 25 småytor inom varje jämförelseyta) se tab. 75.

Markprofilen visar ett 3—6 cm mäktigt humus-täcke, möjligen något tunnare på den gallrade än ogallrade ytan. Under humuslagret ett tunt, humusblandat blekjordslager, därunder rostjord, så småningom övergående i oomvandlad sand.

Jordprov togos och undersöktes i aug. 1920 och i sept. 1921. (Se tab. 76).

Beståndet underkastades svag låggallring 1905, stark låggallring 1910 och extra stark låggallring 1915, 1920 och 1925, varvid uttagits 33,6 %, 25,4 %, 20,3 %, 28,7 % och 13,7 % av kubikmassan. Det gallrade beståndets kubikmassa uppskattades 1925 till 177,4 kbm, varav något mer än 24 kbm uttogos genom gallring. Det orörda jämförelsebeståndet hade 1925 en kubikmassa av 338,6 kbm.

Bispgården. Humusanalyser.

Kiefernwald. Bispgården.

Gallrad yta ¹														
7		8	9		10		11		12		Medeltal 8—12		13 ²	
F	H	F+H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H
—	—	4,2	4,2	4,0	4,1	4,0	4,1	4,2	4,1	4,0	4,1	4,0	4,5	4,4
—	—	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	11	0	0
—	—	—	—	—	0	0	—	—	0	0	—	—	0	0
708	450	324	575	135	544	192	42	53	459	163	406	135	606	132
—	536	—	—	—	585	276	—	—	483	213	—	—	674	183
—	4,12	—	—	—	3,40	1,60	—	—	3,83	1,17	—	—	—	—
1,8	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
163	163	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,6	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,1	—	—	—	1,6	1,2	—	—	1,2	1,4	1,4	1,3	1,6	1,3
—	1,3	—	—	—	1,7	1,7	—	—	1,3	1,8	1,5	1,75	1,8	1,8
—	0,62	—	—	—	0,62	0,44	—	—	0,55	0,56	0,59	0,50	0,63	0,53
—	0,73	—	—	—	0,67	0,63	—	—	0,58	0,73	0,63	0,68	0,70	0,73
—	84,0	—	—	—	93,0	69,6	—	—	95,1	76,5	—	—	89,9	72,0



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 62. Jämtland, Bispgården. Tallskog av *Vaccinium*-typ. Försöksyta n:r 40. Gallrad yta.

Moosreicher Kiefernwald von *Vaccinium*-Typus. Versuchsfläche n:r 40. Durchforstete Fläche.

Jämtland. *Frostvikens socken.* Gäddede. Kartan sid. 204, nr 22. I början av juli månad 1924 utfördes inom denna trakt en del undersökningar över humustäckets i olika skogstyper. Tiden har emellertid ej tillåtit att avsluta dessa undersökningar, men då en del p_H -bestämningar från dessa bestånd ingå i tabellerna sid. 216—219, meddelas här några utdrag ur de gjorda anteckningarna. De undersökta skogarna utgöres av 50—100-åriga björkblandade granskogar, uppkomna efter skogsbrand. De äro oftast väl skötta, vackra och växtliga, ehuru växtplatsen ligger på en höjd ö. h. av omkring 400 m. I markbetäckningen ingå förutom ris (blåbär, lingon och linnéa) rätt mycket örter såsom *Geranium silvaticum*, *Dryopteris Linnæana* och *Phegopteris*, *Trientalis europæa*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Athyrium Filix femina*, *Arcium paludosum*, *Anemone nemorosa*. Mosstäckets utgöres i huvudsak av *Hylacomium proliferum* och *H. parietinum* samt *Jungermania*-arter. Humustäckets är mera löst och luckert, mår- eller mullartat. Reaktionstalet växlar rätt mycket, liksom markbetäckningen; iakttagna p_H -värden ligga ofta mellan 5,7 och 6,1. I tätt slutet bestånd av gran, björk, asp och sälg iakttoogs p_H -värdet 5,1.

Jämtland. *Hotagens och Frostvikens socknar* mellan Sjulsåsen och Dunnervattnet. Kartan sid. 209, nr 21.

Vid en exkursion i juli månad 1924 med nuvarande länsjägmästaren K. E. KALLIN studerades de olika granskogstyperna mellan byn Sjulsåsen vid Fågel-sjön och Dunnervattnet. Den besökta trakten ligger på en höjd ö. h. av 285 till 475 m. Att döma av den ganska rika vegetationen kring bäckarna, utmärkt av *Mulgedium alpinum*, *Aconitum septentrionale*, *Viola biflora*, *Paris quadrifolia* m. fl. är marken möjligen kalkhaltig, men sannolikt ej i någon högre grad. Vad som synes bestämma skogarnas utseende och tillväxt är deras utvecklingshistoria och inblandningen av björk. I de yngre skogarna, uppkomna efter brand och bestående av gran och björk, är växtligheten ofta mycket vacker. Markbetäckningen utgöres av frodigt blåbärsris; mosstäcke saknas eller är svagt utbildat, tack vare det rikliga lövfallet. Utom blåbärsris förekomma i fältskikten *Dryopteris Linnæana*, *Solidago virgaurea*, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europæa*, *Oxalis acetosella*, *Deschampsia flexuosa*. Humustäckets är löst, luckert, påminnande i sin struktur något om mull.

I de äldre granskogarna är beståndet mycket luckigt, tillväxten svag, humustäckets utgöres av en utpräglad råhumus, föryngringen går i luckorna mycket långsamt och synes huvudsakligen vara knuten till de multnande »lågorna». Mosstäckets är mäktigt; av örter och gräs märkas *Dryopteris Linnæana*, *Trientalis europæa* och *Deschampsia flexuosa*; av ris lingon, *Linnæa borealis* och *Lycopodium annotinum*.

På de högre nivåerna c:a 470 m ö. h., kring Dunnervattnet, är skogen ofta mycket gles, bestående av gran och björk. Granen förökar sig ofta genom rotsläende grenar. Vackra, växtliga granplantor ser man intill och inuti de små björkgrupperna, på de öppna mera torra partierna mellan björkarna finnas endast långsamt växande tall- och granplantor. Skillnaden mellan granplantornas utveckling på de mer öppna partierna och invid eller inuti björkgrupperna är påfallande. De förra äro mer blekgröna, ytterst trög-växande, de senare mera mörka i färgen och ganska växtliga. Markbetäck-

ningen på de mer öppna partierna utgöres av blåbärsris, spridda lingon och *Empetrum nigrum*, samt *Vaccinium uliginosum*. Av örter och gräs märkas *Melampyrum pratense*, *Deschampsia flexuosa* samt mera spritt *Majanthemum* och *Trientalis europæa*. Bottenskiktet utgöres av de vanliga mossorna *Hylocomium proliferum* och *H. parietinum* med insprängda lavfläckar bestående av *Cladina rangiferina*, *C. silvatica* och *Nephroma arcticum*. Under och invid björkgruppen äro risen frodigare. På de öppna partierna är humustäcket tunt, dock ej segt och sammanhållande, under och invid björkarna mera mäktigt och ganska luckert. För undersökning togos prov.

1. Öppen plats i granbjörkskog nära Dunnervattnet.
2. Under björk i granbjörkskog nära Dunnervattnet.
3. Medelålders björkgranskog ovan småtjärnarna mellan Dunnervattnet och Sjulsåsen.

4. Äldre rent granbestånd med föryngring invid lågor. Ovanför småtjärnarna mellan Dunnervattnet och Sjulsåsen.

Humusproven ha undersökts med hänsyn till reaktionstal, halt av assimilerbar kalk, glödförlust samt genom elektrometrisk titrering (se sid. 276—277).

	1.	2.	3.	4.
PH	4,1	4,7	5,3	4,3
CaO _{ass} dir.	0,49	0,79	0,77	0,50
» omr.	0,59	0,92	1,03	0,60
Glödförlust	90,2	85,9	74,8	82,9

Ångermanland. Hemsön. Sanna. Kartan sid. 209, n:r 18. Undersökningar juli 1922.

Litteratur: M. CARLGREN (1917), E. MELIN (1917), G. SCHOTTE (1924).

Å den genom framlidne dr. FRANS KEMPES försök och studier inom skogs-kretsar välbekanta egendomen Sanna på Hemsön utanför Hernösand insamlades sommaren 1922 några humusprov för närmare undersökning. Dels togos torvprov från en del avdikade myrar, där trädplanter hålla på att utveckla sig (resultaten av dessa undersökningar publiceras i annat sammanhang), dels humusprov i äldre bestånd på torv- eller fastmark.

1. Cirka 65-årigt granbestånd av *Dryopteris*-typ med någon björkinblandning, upptaget på kol-vedshygge. Markbetäckning av blåbär, lingon, linnéa, *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Dryopteris Linnæana*, *Melampyrum silvaticum*, *Pyrola secunda*, *Hylocomium parietinum*, *Polytrichum commune*. Prov togos dels i ett parti med rikligare *Anemone nemorosa* (betecknat 1 a) dels i ett med *Majanthemum* och *Oxalis* (betecknat 1 b).

2. Dyngmyren. Ren granskog på avdikad torvmark. Skogsbeståndets ålder 64 år och kubikmassa 385 kbm (se SCHOTTE 1924, sid. 26—27). Markbetäckningen utgöres huvudsakligen av granbarr; ris, örter och mossor mycket spridda (l. c. sid. 27). Det översta förmultningsskiktet, löst och luckert, 3 cm mäktigt, väl genomvävt av granrötter. Under det förnablandade förmultningsskiktet väl multnad torvdy, genomvävd av granrötter, av 12—20 cm mäktighet, vilande på sand.

3. Kraftmyren. Barrblandbestånd nära den rensade bäcken i myren. Inblandad björk uthuggen. Förmultningsskiktet med sönderdelade barr och

björklöv löst och luckert, genomvävt av granrötter. Torvdylager av 25—30 cms mäktighet, fast och utan klumpstruktur.

Tab. 77. Ångermanland. Hemsön. Sanna. Skogsbestånd å fastmark och dikad torvmark. Humusanalyser.

Ångermanland. Hemsön. Sanna. Geschlossene Waldbestände auf Mineralboden und abentwässertem Torfboden.

	I a	I b	2		3	
	Mull	Mull	Förna	Torv	Förna	Torv
PH.....	4,5	4,5	4,3	4,0	4,2	3,7
Am-N, urspr. dir.	329	193	267	193	306	108
» » omr.	462	221	284	228	315	119
» 3 mån. lagr. dir.	969	1 337	1 158	707	1 206	496
» » » omr.	1 065	1 534	1 231	837	1 241	546
S-N, urspr. dir.	3	0	0	0,8	0	0,6
» » »	3,3	0	0	0,9	0	0,7
» 3 mån. lagr. dir.	1,0	0	0	2,2	0	0
» » » omr.	1,1	0	0	2,6	0	0
Inf. jord. 3 mån. lagr. dir.	400	400	400	400	400	400
S-N, inf. » » »	392	343	58	24	64	7
» » » » omr.	431	394	61	28	66	8
CaO _{ass} % dir.	0,80	0,81	0,85	0,24	0,67	0,38
» % omr.	0,88	0,93	0,90	0,28	0,69	0,42
Glödförlust	90,9	87,2	94,0	84,5	97,1	91,0

Ångermanland. Anundsjö socken. Skalmsjö. Kallkällsriset ovanför Skalmsjö gård på aktiebolaget Mo-Domsjö marker. Kartan sid. 209, n:r 19. Undersökt 19—23/7 1918.

Ett av de tidigast undersökta bestånden, då tekniken ännu ej var utbildad vid anstalten. Undersökningen har närmast avsett att söka utreda skillnaden i humustäckets beskaffenhet mellan ett växtligt barrblandbestånd, uppkommet på sved (fig. 63), och ett bredvidstående äldre, svagt växtligt granbestånd (fig. 64). Det å sved uppkomna beståndet är inom trakten bekant för sin höga produktion och utgöres av tall och gran med insprängd björk, gråal och asp. Årsringarnas antal vid brösthöjd är 75—80, varför beståndet har en ålder av omkring 90 år. Granen når en höjd av 25—27,5 m, tallen 22 m, björken 19 m, gråalen 16 m; beståndet är utmärkt väl slutet och virkesrikt.

Markbetäckning i beståndet:

Ris, r—y, i de smärre luckorna.

Vaccinium myrtillus, r—y, i luckor.

» *vitis idæa*, s.

Linnæa borealis, s.

Örter och gräs, s.

Oxalis acetosella, s.

Dryopteris Linnæana, s.

Trientalis europæa, t.

Deschampsia cespitosa, e.

» *flexuosa*, e.

Lycopodium annotinum, t.

Pyrola secunda, e.

» *uniflora*, e.

Dryopteris spinulosa, e.

Luzula pilosa, e.

Listera cordata, e.

Veronica officinalis, e.

Mossor, y.

Hylocomium proliferum, y.» *parietinum*, y.» *triquetrum*, flv. y.*Plagiochila asplenoides* v. *major*,
flv. y.*Polytrichum commune*, t. flv. y.» *juniperinum*, t.*Dicranum scoparium*, t.*Dicranum majus*, t.*Jungermania lycopodioides*, t.*Plagiothecium denticulatum*, e. flv. y.*Pohlia nutans*, t.*Bryum roseum*, e.*Brachythecium curtum*, på barr.» *Starkei*, » »

På de multnande stammarna fanns en rätt yppig mossflora, bestående av: *Blepharozia pulcherrima*, *Jungermania porphyroleuca* och *J. ventricosa*, *Hypnum uncinatum*, *Dicranum fuscescens*, *Blepharostoma trichophyllum*, *Brachythecium curtum*, *B. Starkei*, *Georgia pellucida*, *Plagiothecium denticulatum*.

Beståndet är fläckvis så väl slutet, att risen äro tillbakaträngda och markbetäckningen huvudsakligen utgöres av barr och *Oxalis*. På dylika platser saknas stundom *Hylocomia*, men förekomma *Brachythecium curtum* och *Bryum roseum*. Lavar saknas eller finnas endast på stenar och multnande stammar; oftast förekomma *Cladonia* och *Icmadophila æruginosa*.

I markprofilen har råhumustäcket en mäktighet av 5—9 cm, blekjorden av 8—7 cm, rostjorden är av klart röd färg och lucker.

Beståndet är genom en liten bäck skilt från ett äldre oväxligt granbestånd, som ej träffats av elden vid svedningen. Granarna ha smala, lavbehängda kronor och en ringa tillväxt. De ha säkerligen gått upp som marbuskar i ett äldre tallbestånd. Granarna nå en höjd av 15—23 m och ha en ålder av omkring 200 år.

Bestånd och markbetäckning ha följande sammansättning:

Träd:

Picea excelsa, r.*Betula verrucosa*, e.*Populus tremula*, e.

Buskar, t.

Juniperus communis, t.*Populus tremula*, t.*Picea excelsa*, t.

Ris, y.

Vaccinium myrtillus, y.» *vitis idæa*, s.*Linnæa borealis*, t.*Lycopodium annotinum*, t.

Örter och gräs, s.

Deschampsia flexuosa, s.*Dryopteris Linnæana*, s.*Majanthemum bifolium*, s.*Geranium silvaticum*, e.*Goodyera repens*, e.*Luzula pilosa*, e.*Melampyrum silvaticum*, e.» *pratense*, e.*Solidago virgaurea*, e.

Mossor, y.

Hylocomium proliferum, y.» *parietinum*, y.*Polytrichum commune*, t.*Dicranum scoparium*, t.» *fuscescens*, t.*Hypnum crista castrensis*, t.



Ur Statens skogsföranst. saml.

Foto förf.

Fig. 63. Granskog, c:a 90-årig, uppkommen å en sved. Ångermanland. Anundsjö sn. Skalmsjö. Kallkällsriset.

Etwa 90-jähriger Fichtenwald, entstanden auf abgebranntem Boden.

29. Meddel. från Statens Skogsforsöksanstalt. Häft. 22.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 64. Gammal 200—250-årig granskog av *Dryopteris*-typ. Mäktigt råhumustäcke. Ångermanland. Anundsjö sn. Skalmsjö. Vid Kallkällsriset.
Alter, 200—250-jähriger Fichtenbestand von *Dryopteris*-Typus. Mächtige Rohhumusdecke.

I markprofilen har råhumustäcket en mäktighet av 5—13 cm och blek-jorden av 10—17 cm.

Prov togos från följande platser. Numren motsvara analysnumren i tabellen 78.

1. Tätare sluten del av Kalkällsrisbeståndet. Mossrik björk-granskog av *Dryopteris*-typ.

2. Parti av Kalkällsriset med *Oxalis acetosella*.

3. Parti av Kalkällsriset med *Oxalis* och *Bryum roseum*.

4. Raningssvedriset, ett stycke nedanför Kalkällsriset. Mossrik björk-granskog av *Dryopteris*-typ uppkommen efter brand.

5. Normalslutet, ej björkblandat parti av Kalkällsriset.

6. Äldre, svagt växtligt granbestånd, skilt genom en liten bäck från Kalkällsriset.

7. Mindre, av bäckvatten genomfuktad, lucka i Kalkällsriset med granföryngring.

I denna första försöksserie har ej förmågan att bilda ammoniak undersökts, men väl nitrifikationen såväl utan som med infektionsjord och med eller utan tillsats av CaCO_3 . Infektionsjordens nitrifikationsförmåga ej bestämd, men kan utan fara för större fel angivas till 200 mg per kg jord.

Tab. 78. Ångermanland. Anundsjö. Kalkällsriset vid Skalmsjö. Äldre bestånd och yngre svedjebestånd. Humusanalyser.

Ångermanland. Anundsjö. Kalkällsriset bei Skalmsjö. Alte Bestände und Bestände auf abgebranntem Boden. Humusuntersuchungen.

	1	2	3	4	5	6	7
	F + H	F + H	H	F + H	F + H	F + H	H
PH	4,4	4,7	4,4	—	4,4	3,7	—
S-N. 2 mån. lagr. dir.	4,4	1,8	4,8	2,3	1,1	2,6	300
» » » omr.	—	—	—	—	—	—	—
» inf. 2 mån. lagr. dir.	46	4,3	205	57	0,8	2,4	91
» » » » omr.	—	—	—	—	—	—	—
» 0,1 gr CaCO_3 , 2 mån. lagr. dir.	4,5	1,0	4,8	1,4	1,3	2,8	—
» » » » omr.	—	—	—	—	—	—	—
» inf. » » » dir.	102	5,9	227	136	3,9	4,1	—
» » » » omr.	—	—	—	—	—	—	—
N-tot. % dir.	0,55	1,41	1,15	1,13	0,95	1,10	0,40
» % omr.	0,66	2,05	1,47	1,73	1,71	1,41	0,72
CaO_{ass} % dir.	0,61	0,46	0,48	0,79	0,57	0,30	0,44
» % omr.	0,72	0,67	0,61	1,21	1,03	0,39	0,80
Glödförlust	83,4	68,9	78,2	65,3	55,4	78,1	53,3

Ångermanland. Björna socken. Hygge söder om järnvägsstationen vid Ryssjöbäcken. Undersökt $\frac{6}{8}$ 1921. Kartan sid. 209, nr 20.

Äldre, obränt hygge. Undertryckt gran har kvarlämnats, föryngring av tall,

björk och gran. Vackra tallplantor i *Polytrichum*-matta, vackrast i närheten av och omkring stubbar. Tunt humustäcke med grynstruktur.

Tab. 79. Ångermanland. Björna. Föryngringsyta.
Ångermanland. Björna. Verjüngungsfläche.

	F + H
P _H	4,5
Am-N. urspr. dir.	42
» » omr.	64
» 3 mån. lagr. dir.	338
» » » omr.	508
» koeff. %	3,07
S-N. 3 mån. lagr. dir.	2
» » » omr.	3
Inf. jord. 3 mån. lagr.	200
S-N. inf. » » dir.	60
» » » » omr.	90
N-tot. % dir.	1,1
» % omr.	1,7
CaO _{ass} % dir.	0,41
» % omr.	0,62
Glödförlust	66,6

Västerbotten. *Degerfors socken och revir. Vindeln.* Tallhedar å älvsands-avlagringar utmed Vindelälven. Kartan sid. 209, n:r 23. Undersökningar utförda aug. 1920 och aug. 1921.

Älvsandsavlagringarna utmed Vindelälven öster om järnvägen äro be vuxna med c:a 70 å 80-årig tallskog av hedtyp. Närmare järnvägen äro bestånden av ganska god och växtlig typ. Längre bort mot kronoparken Åheden blir marken torrare och beståndens växtlighet avtar. Å kronoparken har skogsavdelningen en provyta, n:r 93, som representerar en mycket låg växtlighetsgrad. Där marken är mer mjälartad, är marken fuktigare och skogen växtligare.

Närmare ha undersökts tvenne mera välslutna bestånd nära järnvägen (1—2), provytan å kronoparken Åheden (3), ett växtligare bestånd å mer mjälartad sand (4), humus under multnande ris (5) samt det av ris ej belamrade humustäcket bredvid rishögen (6).

I de välslutna bestånden 1 och 2 består markbetäckningen av *Calluna vulgaris*, tunnsådd, samt ymniga lavar såsom *Stereocaulon paschale*, *Cladonia silvatica*, *Cladonia* flera arter, *Solorina crocea*. Marken utgöres av tämligen fin älvsand. Under det tunna, 1—3 cm mäktiga humuslagret 1—4 cm blekjord övergående utan skarp gräns i rostjorden.

Utom de i tabell 80 nämnda växterna förekomma i bestånd 3 *Polytrichum juniperinum* samt enstaka och mycket låg *Vaccinium myrtillus*, i bestånd 4 finnas *Vaccinium myrtillus*, *Peltigera aphthosa* och *Hypnum crista castrensis* samt enstaka björkar. Under dessa utgöres markbetäckningen av *Hylocomia* samt blåbär. Bestånd 4 är vida växtkraftigare än bestånd 3. Humusprov under ris och jämförelseprov ha insamlats i bestånd av samma sammansättning som bestånd 3.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto O. TAMM.

Fig. 65. Tallhedstyp i närheten av Vindeln. Heden på Svartbergets försökspark.
Kiefernheidetypus in der Nähe von Vindeln.

Tab. 80. Tallhedar vid Vindeln.
Kiefernheiden bei Vindeln.

	3		4	
	F %	A %	F %	A %
Ris:				
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	100	5,6	100	16
<i>Calluna vulgaris</i>	64	5,2	80	5
Gräs och örter:	0	—	0	—
Mossor:				
<i>Hylocomium parietinum</i>	44	2	50	6
<i>Dicranum</i> sp.	12	—	35	0,5
<i>Polytrichum juniperinum</i>	0	—	20	—
» <i>commune</i>	0	—	70	1
» <i>piliferum</i>	4	—	—	—
Lavar:				
<i>Cladina rangiferina</i>	100	8,8	100	19
» <i>silvatica</i>	100	10	100	15
» <i>uncialis</i>	40	1,2	65	1
<i>Stereocaulon paschale</i>	64	0,8	5	0,5
<i>Cetraria islandica</i>	20	—	10	—
<i>Cladonia</i>	88	0,8	0	—
Blad och barr:	100	76	100	59

I den åtföljande tabellen äro humusproven från det första beståndet uppförda under n:r 1 och 2, provytan 93 under n:r 3, bestånd å mjälartad sand under n:r 4 samt humus under tallris under n:r 5, jämförelseprov under n:r 6.

Tab. 81. Tallhedar vid Vindeln. Västerbotten. Humusanalyser.
Kiefernheiden bei Vindeln. Västerbotten. Humusuntersuchungen.

	1	2	3	4	5	6
	F + H	F + H	F + H	F + H	F + H	F + H
PH	3,5	3,9	3,7	3,6	4	4
Am-N. urspr. dir.	—	—	0	0	0	0
» » omr.	—	—	0	0	0	0
» 3 mån. lagr. dir.	470	1,022	0	358	0	0
» » omr.	820	2,034	0	521	0	0
» koeff. %	4,82	14,53	0	2,75	0	0
Inf. jord. 3 mån. lagr.	190	190	—	—	224	—
S-N. inf. » » dir.	4,8	4,2	—	—	2,2	—
» » » omr.	8,4	8,4	—	—	5,2	—
N-tot. % dir.	0,9	0,7	0,9	1,3	0,8	0,7
» % omr.	1,7	1,4	1,9	1,9	1,9	1,7
CaO _{ass} % dir.	—	—	0,22	0,26	0,21	0,17
» % omr.	—	—	0,46	0,38	0,49	0,42
Glödförlust	57,4	50,2	47,7	68,7	42,5	40,0

Västerbotten. *Degerfors socken och revir*. Försöksparken Kulbäcksliden och kronoparkerna Aggberget, Gransjöberget och Svartberget. Kartan sid. 209, n:r 24.

Litteratur: O. TAMM (1920), C. MALMSTRÖM (1923), MALMSTRÖM & TAMM (1926).

Det område, som representeras av ifrågavarande kronoparker, ligger på en höjd över havet av mellan 200 och 300 m med marina gränsen på c:a 250 m ö. h. Berggrunden utgöres till övervägande del av den för södra Västerbotten karakteristiska grå, skiffriga gnejsen, men är mestadels täckt av morän. En analys, visande dennas kemiska sammansättning, finner man hos TAMM (1920, sid. 249), kalkhalten uppgår till omkring 1,80 %, vilket torde få anses såsom normalt för den av gnejser och graniter bildade moränen, kalken är silikatiskt bunden. Medelnederbörden för året uppgår enligt mätningar på gården Kulbäcksliden åren 1911—1922 till 463 mm, vegetationsperioden är kort och kan uppskattas till $4\frac{1}{2}$ à 5 månader (MALMSTRÖM 1923, sid. 12—13).

De inom parken Kulbäcksliden och dess omgivningar förekommande, undersökta bestånden kunna lämpligen grupperas i följande typer.

1. Tallhedar på moränmark i kanten av och på öar i de större myrmarkerna.
2. Äldre, svagt växtliga granskogar av *Vaccinium*-typ. Humustäcket utpräglad råhumusartat, risen starkt dominerande, örter och gräs spela en underordnad roll.
3. Granskogar av *Dryopteris*-typ på mera sluttande, något fuktig mark.
4. Granskogar av *Geranium*-typ på starkare sluttande mark, fuktad av genom-



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto fört.

Fig. 66. Prov av råhumustäcket i äldre granskog av *Vaccinium*-typ. Kulbäckslidens försökspark, Försöksfältet.

Rohumus aus altem Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf. och T. LAGERBERG.

Fig. 67. Äldre granskog av *Vaccinium*-typ. Kulbäcksliden.
Älterer Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus.

sipprande vatten. I markbetäckningen högväxta örter såsom *Geranium silvaticum* och *Mulgedium alpinum*. Humustäcket mera inullartat.

De bästa varianterna i grupp 3 ha mera rent mullartat humustäcke och närma sig gruppen 4.

5. Yngre, växtliga bestånd uppkomna på brännor eller någon gång på kalytor närmare gårdarna. Bland barrträden äro ofta björk och asp inblandade.

6. Som ett särskilt supplement till dessa typer komma nyupptagna föryngringsytor, där unga trädplantor hålla på att utveckla sig.

Angående de inom parken förekommande skogstyperna, deras utmärkande karaktärer och jordmånsförhållanden se C. MALMSTRÖM och O. TAMM (1926).

De inom försöksparken och dess närmaste omgivningar hittills undersökta bestånden fördela sig på följande sätt på de nyss nämnda typerna.

Tallhedar.

1. Tallhed invid Degerö stormyrs norra strand nära den av försöksanstalten uppförda skogskojan. Ståndortsanteckning tab. 82 och humusanalys tab. 84 n:r 1.

Granskogar av *Vaccinium*-typ.

2. Äldre, svagt växtlig granskog med svårare råhumus å försöksfältet mellan brunnarna IV och V. Ståndortsanteckning tab. 83 n:r 2, humusanalys tab. 84 n:r 2 (a, b, c, x).

Tab. 82. Tallhed vid Degerö stormyrs norra strand. Kulbäcksliden.

25 småytor. ³¹/₇ 1920.

Kiefernheide bei Degerö stormyr. Kulbäcksliden.

	F %	A %
Ris:		
<i>Calluna vulgaris</i>	100	(25)
<i>Empetrum nigrum</i>	100	(13)
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	(1)
» <i>vitis idæa</i>	92	—
» <i>uliginosum</i>	36	—
<i>Pyrola chlorantha</i>	4	—
Gräs, örter:		
<i>Deschampsia flexuosa</i>	20	—
<i>Melampyrum pratense</i>	8	—
Mossor:		
<i>Hylocomium parietinum</i>	100	(6)
<i>Polytrichum commune</i>	64	(13)
<i>Dicranum</i> sp.	44	—
<i>Jungermania</i> sp.	12	—
Lavar:		
<i>Cladina rangiferina</i>	92	(23)
» <i>silvatica</i>	76	
<i>Cladonia deformis</i>	40	—
<i>Cetraria islandica</i>	20	—
<i>Peltigera aphthosa</i>	20	—
<i>Cladonia pyxidata</i>	12	—

3. Äldre svagt växtligt granbestånd å försöksfältet mellan brunnarna XI och XI ×. Ståndortsanteckning tab. 83 n:r 3 och humusanalys tab. 84 n:r 3.

4. Äldre granskogsbestånd med björk och gran å Storlundsskiftet nära kronoparksgränsen. Råhumustäcket tunnare och av bättre beskaffenhet. Ståndortsanteckning tab. 83 n:r 4 och humusanalys tab. 84 n:r 4. Bildar en övergång till nästa grupp.

Tab. 83. Äldre, svagt växtliga granskogar av *Vaccinium*-typ. Kulbäcksliden.

Alte Fichtenwälder von *Vaccinium*-Typus. Kulbäcksliden.

	2		3		4	
	F %	A %	F %	A %	F %	A %
Träd:						
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	—	—	—	—	—
Buskar:						
<i>Juniperus communis</i>	4	—	—	—	—	—
Ris, trädplantor:						
<i>Betula pubescens</i>	—	—	4	—	—	—
<i>Calluna vulgaris</i>	12	1,2	16	(1)	—	—
<i>Empetrum nigrum</i>	68	5,2	32	—	44	2
<i>Linnæa borealis</i>	52	—	56	—	80	2
<i>Lycopodium annotinum</i>	—	—	8	—	28	2
» <i>complanatum</i>	—	—	—	—	4	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	46,0	100	(28)	96	13
» <i>uliginosum</i>	8	0,4	—	—	—	—
» <i>vitis idæa</i>	68	6,4	100	—	96	2
Gräs, örter:						
<i>Deschampsia flexuosa</i>	88	0,8	100	—	96	—
<i>Goodyera repens</i>	8	—	—	—	4	—
<i>Listera cordata</i>	—	—	4	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	4	—	12	—	8	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	—	—	—	—	88	—
<i>Melampyrum pratense</i>	10	—	4	—	28	1
<i>Solidago virgaurea</i>	4	—	—	—	4	—
<i>Trientalis europæa</i>	—	—	—	—	32	—
Mossor, lavar:						
<i>Dicranum scoparium</i>	12	—	—	—	—	—
» <i>undulatum</i>	—	—	—	—	52	1
» sp.	—	—	56	—	—	—
<i>Cladina rangiferina</i>	—	—	8	—	—	—
<i>Hylocomium parietinum</i>	100	41,2	100	(46)	100	25
» <i>proliferum</i>	100	38,4	100	(26)	100	73
<i>Jungermania lycopodioides</i>	—	—	8	—	16	—
» sp.	—	—	—	—	4	—
<i>Polytrichum commune</i>	96	8,8	96	(15)	—	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	56	1,2	32	—	68	—
<i>Sphagnum acutifolium</i>	—	—	4	—	—	—
<i>Sphærocephalus palustris</i>	—	—	4	—	—	—

2. Försöksfältet mellan brunnarna IV och V.

3. » » » » » XI och XI ×

4. Storlundsskiftet.

Tab. 84. Tallhed (1) och gamla granskogar av *Vaccinium*-typ (2—4). Kulbäcksliden. Humusanalyser.
Kiefernheide (1) und alte Fichtenwälder von *Vaccinium*-Typus (2—4). Kulbäcksliden. Humusuntersuchungen.

	I	2 a		2 b		2 c		2 x	3		4	
	F + H	F	H	F	H	F	H	H	F	H	F	H
Ph	3,9	3,8	3,8	3,9	4,0	3,7	3,9	4,0	4,1	3,9	3,9	4,1
Am-N. urspr dir.....	—	—	—	0	0	193	0	0	—	—	—	—
» » omr.	—	—	—	0	0	221	0	0	—	—	—	—
» 3 mån. lagr. dir.	114	204	73	215	0	514	368	0	611	90	245	156
» » » omr.	134	237	113	230	0	590	468	0	682	308	373	331
Am-N. koff. %.....	1,0	1,69	0,56	1,43	0	—	—	0	4,54	1,28	2,19	1,32
Inf. jord. 3 mån lagr.....	200	200	200	—	—	380	380	—	34	34	200	200
S-N. inf. » » dir.....	1,5	0,8	0,6	—	—	5,6	1,6	—	1,3	0,9	2,0	1,3
» » » » omr.	1,7	1,0	0,9	—	—	6,4	2,0	—	1,5	3,0	3,0	2,9
N-tot. % dir.	1,2	1,2	1,3	1,5	1,2	—	—	0,7	1,3	0,7	1,1	1,2
» % omr.	1,4	1,4	2,0	1,6	1,6	—	—	1,7	1,5	2,4	1,7	2,5
CaO _{ass} % dir.	0,43	0,37	0,65	0,66	0,46	0,53	0,53	0,23	—	0,20	0,32	0,13
» % omr.	0,51	0,43	1,00	0,71	0,61	0,61	0,67	6,57	—	0,68	0,49	0,27
Glödförlust	85,1	86,3	64,6	93,4	76,0	87,1	78,6	40,4	89,6	29,3	65,6	47,6

1 Tallheden å försöksfältet vid Degerö stormyr. 2 Granskogen å försöksfältet mellan brunnarna IV och V; a prov samlat 1920, b d:o 1921, c d:o 1922, 2 x råhumus med tätt svampmycelium. 3 Försöksfältet mellan brunnarna XI och XI x. 4 Bestånd å Storlundsskiftet.

[299]

BARSKOGENS HUMUSTÄCKE

467

Granskogar av Dryopteris-typ (5—7) och av Geranium-typ (8 o. 10).

5. Granskog å svagt sluttande mark å Storlundsskiftet invid gångstigen mellan försöksfältet och Kulbäckslidens gård. Ståndortsanteckning tab. 85 n:r 5 och humusanalys tab. 86 n:r 5.

6. Granskog å svagt sluttande mark nedanför Flakatjälen och nära Storkåatjärnsbäcken å kronoparken Kulbäcksliden. Ståndortsanteckning tab. 85 n:r 6 och humusanalys tab. 86 n:r 6.

7. Granskog å försöksfältet med björk och växtlig unggran. Ståndortsanteckning tab. 85 n:r 7 och humusanalys tab. 86 n:r 7.

8. Granskog i blandning med gråal på av rörligt vatten genomfuktad mark. Storlundsskiftet utmed stigen mellan försöksfältet och Kulbäckslidens gård. Ståndortsanteckning tab. 85 n:r 8 och humusanalys tab. 86 n:r 8.

9. Mark under en kullbläst gråal. Humustäcke och vegetation ha påverkats av gråalens lövavfall. Ståndortsanteckning tab. 85 n:r 9 och humusanalys tab. 86 n:r 9.

10. Utmärkt vackert och växtligt granbestånd å fuktig sluttning å krpk. Gransjöberget. Beståndet sannolikt uppkommet efter brand, har varit starkt blandat med björk, vars stammar nu belamra marken. Ståndortsanteckning tab. 85 n:r 10 och humusanalys tab. 86 n:r 10 a och 10 b.

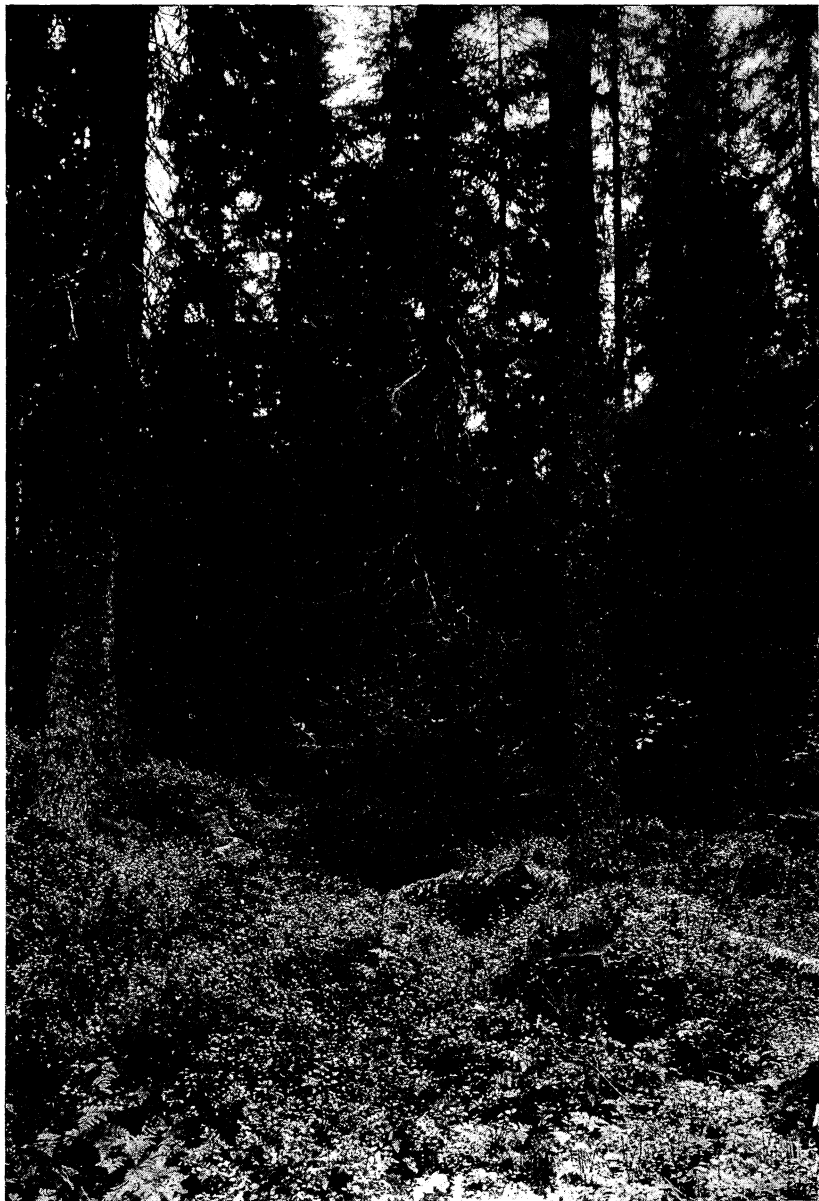


Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 68. Prov av råhumustäcket i förnygringsyta i granskog av *Vaccinium*-typ. Kulbäckslidens försökspark.

Rohhumus auf einer Verjüngungsfläche in Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto O. TAMM.

Fig. 69. Mossrik granskog av *Dryopteris*-typ. Kulbäcksliden. (Ur MALMSTRÖM och TAMM. The Experimental Forests of Kulbäcksliden and Svartberget in North Sweden, 1926.)

Moosreicher Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus.

Tab. 85. Granskogar av *Dryopteris*-typ (5—7) och av *Geranium*-typ (8 o. 10). Kulbäcksliden och Gransjöberget.
Fichtenwäldern von *Dryopteris*-Typus (5—7) und von *Geranium*-Typus (8 u. 10).

	5		6		7			8		9		10	
	F %	A %	F %	A %	F %	A %	A % (tiond.?)	F %	A %	F %	A %	F %	A %
Träd, trädplantor:													
<i>Alnus incana</i>	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Picea excelsa</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	4	—	—	—	24	—	—	8	—	—	—	4	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
Ris:													
<i>Linnæa borealis</i>	100	—	100	8,4	88	—	—	96	—	84	—	100	—
<i>Lycopodium annotinum</i>	28	—	44	2,8	20	—	—	88	—	56	—	—	—
<i>Pyrola minor</i>	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—
» <i>secunda</i>	40	—	100	7,6	16	—	—	40	—	—	—	92	—
» <i>uniflora</i>	—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	32	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	26	88	8,8	100	36	14	72	—	76	3	72	—
» <i>vitis idæa</i>	96	—	100	6,8	72	—	—	100	—	96	—	96	—
Gräs, örter:													
<i>Agrostis tenuis</i>	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—
<i>Calamagrostis</i> sp.	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carex digitata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—
» <i>globularis</i>	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Corallorrhiza trifida</i>	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	100	12	96	2,8	96	13	5	96	—	100	—	32	—
<i>Dryopteris Linnæana</i>	96	10	96	18,8	80	—	—	100	—	—	—	88	—
<i>Geranium silvaticum</i>	4	—	—	—	—	—	—	76	—	—	—	32	—
<i>Goodyera repens</i>	—	—	4	—	—	—	—	—	—	8	—	12	—
<i>Hieracium</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—
<i>Listera cordata</i>	12	—	16	—	—	—	—	20	—	4	—	4	—
<i>Luzula pilosa</i>	48	—	12	0,8	24	—	—	56	—	36	—	16	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	92	—	84	7,2	60	—	—	64	—	56	—	72	—
<i>Melampyrum pratense</i>	4	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>silvaticum</i>	20	—	16	—	—	—	—	20	—	4	—	—	—

<i>Oxalis acetosella</i>	75	—	28	—	—	—	—	88	—	—	—	96	—
<i>Rubus saxatilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	64	—	—	—	4	—
<i>Solidago virgaurea</i>	4	—	4	0,4	4	—	—	40	—	—	—	20	—
<i>Trientalis europæa</i>	88	—	16	—	40	—	—	92	—	36	—	16	—
Mossor, lavar:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—
<i>Bryum roseum</i>	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—
<i>Cetraria islandica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>Cladonia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>Dicranum</i> sp.....	—	—	—	—	60	—	—	12	—	44	—	—	—
» <i>scoparium</i>	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	32	0,8
» sp.....	68	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	11,6
<i>Hylocomium parietinum</i>	96	21	96	14,8	84	—	—	72	—	52	—	92	42,4
» <i>proliferum</i>	100	35	100	41,2	16	2	1	96	—	96	—	—	—
» <i>triquetrum</i>	—	—	—	—	—	—	—	28	—	4	—	—	—
<i>Hypnum</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—
» sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>Jungermania</i> sp.	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>lycopodioides</i>	76	2	4	—	—	—	—	28	—	—	—	—	—
<i>Levermossor</i> (ej bestämda).....	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	0,4
<i>Peltigera malacea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—
<i>Polytrichum commune</i>	24	3	100	36,8	100	7	3	20	—	28	—	—	—
» <i>juniperinum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	—	20	2,4
<i>Hypnum crista castrensis</i>	64	1	44	6,0	4	—	—	24	—	—	—	—	—
<i>Sphærocephalus palustris</i>	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
Döda blad av björk, sälg, asp.....	—	—	—	—	100	73	29	—	—	—	—	—	—
Multnande blad.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	72	—	—
Blad och barr.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	34

5 Bestånd å Storlundsskiftet.

6 Bestånd nedanför Flakatjälen nära Kåtatjärnsbäcken.

7 Försöksfältet, björk och ung gran.

8 Bestånd på mark med genomsipprande vatten. Storlundsskiftet.

9 Mark under kullfallen gråal. Storlundsskiftet. — Under ena omfallen Grauerle.

10 Vackert bestånd i slutning. Gransjöberget.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto O. TAMM.

Fig. 70. Mossrik granskog av *Geranium*-typ. Kulbäcksliden, (Ur MALMSTRÖM och TAMM. The Experimental Forests of Kulbäcksliden and Svartberget in North Sweden, 1926.)

Moosreicher Fichtenwald von *Geranium*-Typus.

Tab. 86. Granskogar av *Dryopteris*-typ (5—7) och av *Geranium*-typ (8 o. 10). Kulbäcksliden och Gransjöberget. Humusanalyser. Fichtenwälder von *Dryopteris*-Typus (5—7) und von *Geranium*-Typus (8 u. 10). Kulbäcksliden und Gransjöberget. Humusuntersuchungen.

	5		6		7		7 x	8		9	10 a	10 b
	F	H	F	H	F	H		F	II	H	F+H	F+H
Ph 4,0	4,3	4,5	4,4	—	3,9	—	—	5,1	5,0	4,4	4,5	
Am-N. urspr. dir... —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	119	
» » omr... —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	198	213	
» 3 mån. lagr. dir. 243	175	285	201	884	614	9c4	—	570	1,095	409	819	
» » » omr. 331	225	301	232	1,027	654	—	—	768	1,871	1,048	1,462	
» koeff. % 1,5	1,25	1,67	1,36	6,04	4,09	—	—	3,34	7,8	4,55	5,85	
S-N. urspr. dir... —	0,4	1,6	0,8	—	—	—	—	1,1	0,8	0,9	0,9	
» » omr. —	0,5	1,7	0,9	—	—	—	—	1,5	1,4	2,3	1,6	
» 3 mån. lagr. dir. —	0,4	—	0,8	0,8	0	45	—	1,6	4,4	2,4	3,6	
» » » omr. —	0,5	—	0,9	0,9	0	—	—	2,2	7,5	6,2	6,4	
» koeff. % —	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,03	0,03	0,03	
Inf. jord. 3 mån. lagr. 180	180	180	180	34	34	34	200	200	200	224	224	
S-N. inf. 3 mån. lagr. dir. 6,9	2,3	6,5	1,7	1,4	2,0	1,261	602	125	335	240	348	
» » » » omr. 9,4	2,9	6,8	2,0	1,7	2,1	—	—	168	571	615	621	
N-tot. % dir. 1,6	1,4	1,7	1,5	1,5	1,5	—	—	1,7	1,4	0,9	1,4	
» % omr. 2,2	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	—	—	2,3	2,4	2,3	2,5	
CaO _{ass} % dir. 0,69	0,78	0,64	0,37	0,43	0,40	—	—	0,84	0,47	0,65	0,82	
» % omr. 0,94	1,00	0,68	0,43	0,62	0,43	—	—	1,13	0,80	1,67	1,43	
Glödförlust 73,2	78,0	94,6	86,7	86,1	93,9	—	—	74,3	58,6	39,0	56,0	

5 Bestånd å Storlundsskiftet. 6 Bestånd nedanför Flakatjälen nära Storkåttatjärnsbäcken. 7 Försöksfältet, björk och ung gran. 7 x multnande björkblad. 8 Bestånd på mark med genomsippande vatten. Storlundsskiftet. 9 Humus under kullfallen gråal. Storlundsskiftet. 10 Vaccert bestånd i sluttning. Gransjöberget. 2 olika lokaler.

Yngre bestånd, uppkomna å bränd eller kalavverkad mark.

11. Cirka 90-årigt tallbestånd å bränd mark mellan Kulbäcken och Gransjöberget (nära Ilvädertjärn), på mark tillhörig Sandviks aktiebolag. Beståndet något björkblandat. Sluttning mot söder. Ståndortsanteckning tab. 87 n:r 11 och humusanalys tab. 88 n:r 11.

12. Yngre blandskog av tall och gran i liden ovanför byn Kulbäcksliden; beståndet uppkommet å gammal betesmark. Ståndortsanteckning tab. 87 n:r 12 och humusanalys tab. 88 n:r 12.

13. Bestånd av tall, gran, björk och asp, uppkommet efter brand. Kronoparken Aggberget utmed vägen Kulbäcksliden—Näsland. Ståndortsanteckning tab. 87 n:r 13 och humusanalys tab. 88 n:r 13 (a, b).

14. Bestånd av tall, gran, björk och asp, i norra delen av kronoparken Kulbäcksliden nära rågången mot Storlund och Kulbäcksliden. Möjligen uppkommet efter brand. Ståndortsanteckning tab. 87 n:r 14 och humusanalys tab. 88 n:r 14.

15. Aspblandat granbestånd uppkommet efter brand. Enskild mark mellan Kulbäcken och Gransjöberget (nära Ilvädertjärn). Markbetäckning huvudsakligen av torra multnade aspblad. Humusanalys tab. 88 n:r 15.

Tab. 87. Yngre bestånd, uppkomna å bränd eller kalavverkad mark. Kulbäcksliden, Aggberget etc.

Jüngere Bestände, entstanden auf abgebrannten Böden oder auf Kahlflächen, Kulbäcksliden, Aggberget.

	11		12		13		14	
	F %	A %	F %	A %	F %	A %	F %	A %
Träd:								
<i>Betula verrucosa</i>	+	—	—	—	+	—	+	—
<i>Picea excelsa</i>	—	—	+	—	+	—	+	—
<i>Pinus silvestris</i>	+	—	+	—	+	—	+	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	—	—	+	—	+	—
Trädplantor:								
<i>Betula verrucosa</i>	+	—	—	—	+	—	+	—
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	+	—
<i>Salix caprea</i>	—	—	—	—	+	—	+	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	2	0,8	12	—	8	—	12	1,2
Ris:								
<i>Empetrum nigrum</i>	—	—	8	—	8	—	—	—
<i>Juniperus communis</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Linnæa borealis</i>	100	0,8	100	—	88	—	80	0,4
<i>Lycopodium annotinum</i>	8	—	20	—	28	1,2	44	0,4
» <i>complanatum</i>	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>Pyrola chlorantha</i>	—	—	—	—	16	—	—	—
» <i>secunda</i>	12	—	20	—	—	—	76	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	40,8	100	27	100	28,4	96	26,4
» <i>vitis idæa</i>	21	8,4	100	2	100	1,2	100	4,8

Tab. 87 (forts.).

	II		I2		I3		I4	
	F %	A %	F %	A %	F %	A %	F %	A %
Gräs, örter:								
<i>Calamagrostis</i> sp.....	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Carex globularis</i>	—	—	—	—	—	—	60	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	96	—	96	—	100	—	—	—
<i>Dryopteris Linnæana</i>	8	—	92	I	—	—	84	I,2
<i>Chamænerium angustifolium</i>	(steril)4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Equisetum silvaticum</i>	—	—	—	—	—	—	12	—
<i>Geranium silvaticum</i>	—	—	64	—	—	—	—	—
<i>Listera cordata</i>	—	—	—	—	—	—	16	—
<i>Luzula pilosa</i>	4	—	64	—	16	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> ..	36	—	100	—	—	—	20	—
<i>Melampyrum pratense</i>	8	—	—	—	—	—	—	—
» <i>silvaticum</i>	—	—	36	—	12	—	8	—
<i>Mulgedium alpinum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	—	—	68	—	—	—	4	—
<i>Rubus arcticus</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Solidago virgaurea</i>	12	—	20	—	8	—	4	O,4
<i>Trientalis europæa</i>	8	—	84	—	16	—	12	—
Mossor:	—	—	—	73	—	45,6	—	—
<i>Bryum roseum</i>	—	—	12	—	—	—	—	—
<i>Dicranum majus</i>	—	—	—	—	—	—	8	—
» sp.	56	O,4	—	—	—	—	—	—
» sp.	—	—	68	—	32	—	—	—
<i>Hylacomium parietinum</i> ...	100	45,2	100	—	100	—	12	—
» <i>proliferum</i>	28	2,8	100	—	56	—	96	36,4
» <i>triquetrum</i>	—	—	28	—	—	—	—	—
<i>Jungermania</i> sp.	—	—	—	—	—	—	4	—
» sp.	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Plagiochila asplenoides</i> ...	—	—	—	—	—	—	8	—
<i>Plagiothecium silvaticum</i> ...	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Polytrichum commune</i>	48	—	4	—	96	—	84	3,2
» <i>juniperinum</i>	—	—	—	—	48	—	—	—
<i>Hypnum crista castrensis</i> ...	32	O,8	8	—	16	—	—	—
<i>Sphagnum compactum</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
» <i>Girgensohnii</i> ...	—	—	—	—	—	—	8	O,4
Lavar:								
<i>Cladina silvatica</i>	4	—	12	—	4	—	—	—
<i>Cladonia</i> sp.	—	—	12	—	4	—	—	—
<i>Peltigera aphthosa</i>	—	—	4	—	—	—	4	—
» <i>canina</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
» <i>malacea</i>	—	—	12	—	—	—	4	—
Barr, löv:	100	49,2	—	5	—	51,6	100	56,8

I1 Cirka 90-årig tallskog med björkinblandning å bränna mellan Gransjöberget och Kulbäcken.

I2 Yngre blandskog av tall och gran ovanför Kulbäcksliden, Nils Ersgården.

I3 Bestånd av tall, gran, björk och asp å krpk. Aggberget.

I4 Bestånd av gran, tall, asp och björk. Kulbäcksliden.

Tab. 88. Yngre bestånd, uppkomna å bränd eller kalavverkad mark. Kulbäcksliden, Aggberget etc. Humusanalyser.

Jüngere Bestände entstanden auf abgebranntem Boden oder auf Kahlflächen. Kulbäcksliden und Umgebungen. Humusuntersuchungen.

	I 1	I 2	I 3 a	I 3 b	I 4			I 5
	F + H	F + H	F + H	F + H	F	H ₁	H ₂	H
P _H	4,0	4,3	—	5,2	6,8	5,0	4,3	5,4
Am-N. urspr. dir.	0	—	—	0	0	131	0	166
» » omr.	0	—	—	0	0	142	0	259
» 3 mån. lagr. dir.	310	513	1265	520	988	829	0	565
» » » omr.	565	871	1969	2534	1121	900	0	885
» koeff. %	2,58	4,58	14,1	8,67	3,80	4,36	0	3,76
S-N. urspr. dir.	—	—	—	0,6	0,2	0,9	0,8	1,2
» » omr.	—	—	—	2,9	0,2	1,0	1,3	1,9
» 3 mån. lagr. dir.	—	1,1	0	1,6	26	8,0	3,6	140
» » » omr.	—	1,9	0	7,8	30	8,7	5,8	219
» koeff. %	—	0,01	0	0,03	0,1	0,04	0,02	0,93
Inf. jord 3 mån. lagr.	224	200	34	224	224	224	224	224
S-N. inf. » » dir.	59	33	5,3	165	980	860	32	600
» » » » omr.	107	55	8,3	804	1116	933	51	940
N tot. % dir.	1,2	1,1	0,9	0,6	2,6	1,9	1,6	1,5
» % omr.	2,2	1,9	1,4	2,9	3,0	2,1	2,6	2,3
CaO _{ass} % dir.	0,36	—	0,51	0,30	2,54	1,59	0,42	1,22
» % omr.	0,66	—	0,79	1,46	2,89	1,73	0,67	1,91
Glödförlust	54,9	58,9	64,3	20,5	87,8	92,1	62,5	63,9

11. Cirka 90-årigt tallbestånd å bränna mellan Gransjöberget och Kulbäcken (nära Ilvädertjärn).

12. Yngre bestånd av tall och gran ovanför Kulbäcksliden, Nils Ers-gården.

13. Bestånd av tall, gran, björk och asp å bränna. Krpk Aggberget. 13 a prov 1920, 13 b prov 1921.

14. Bestånd av tall, gran, björk, asp å norra delen av Kulbäcksliden.

15. Bestånd av gran och asp å bränna mellan Gransjöberget och Kulbäcken (nära Ilvädertjärn).

Föryngringsytor.

16. Kalhygge utan bränning å Stormyrtjälen på Kulbäckslidens försökspark. Å hygget kvarstå frötallar, masurbjörkar, spridda låga margranar, enbuskar. Hygget är delvis ganska belamrat med ris och bråte av gran. Ståndorts-anteckning tab. 89. Humusanalys tab. 90 n:r 16 a och 16 b.

17. Äldre obränd c:a 10 årig kalyta å Svartbergets försökspark med vacker tallsådd. Hygget ofta besökt av kor och hästar. Vegetation av *Rumex acetosella*, *Deschampsia flexuosa*, *Luzula pilosa* och mycket spritt *Rubus idæus* och *Chamænerium angustifolium*. Provet taget under *Deschampsia*. Humusanalys tab. 90 n:r 17.

Tab. 89. Vegetation å hygge. Kulbäcksliden, Stormyrtjälen.

Å hygget kvarstå frötallar, masurbjörkar, spridda låga margranar, enbuskar. Hygget är delvis ganska mycket belamrat med ris och bråte av gran. ^{27/7} 1921.

Verjüngungsfläche (16). Kulbäcksliden. Stormyrtjälen.

	F %	A %
Trädplanter:		
<i>Picea excelsa</i>	—	—
<i>Pinus silvestris</i>	4	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	—

Tab. 89 (forts.).

	F %	A %
Buskar:		
<i>Juniperus communis</i>	12	3,6
Ris:		
<i>Empetrum nigrum</i>	L 32; D 8	1,6
<i>Linnæa borealis</i>	56	—
<i>Lycopodium annotinum</i>	8	0,4
<i>Pyrola chlorantha</i>	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	L 80; D 44	4,8
» <i>uliginosum</i>	4	—
» <i>vitis idæa</i>	L 96; D 32	1,6
Gräs och örter:		
<i>Deschampsia flexuosa</i>	96	22
<i>Goodyera repens</i>	4	—
<i>Listera cordata</i>	4	—
<i>Luzula pilosa</i>	24	0,4
<i>Majanthemum bifolium</i>	12	—
<i>Melampyrum pratense</i>	8	—
<i>Solidago virgaurea</i>	4	—
<i>Trientalis europæa</i>	12	0,4
Mossor:		
<i>Dicranum</i> sp.	56	2,4
<i>Hylocomium parietinum</i>	96	18
» <i>proliferum</i>	80	6,8
<i>Jungermania</i> sp.	4	—
<i>Polytrichum commune</i>	58	3,2
<i>Hypnum crista castrensis</i>	36	1,6
Lavar:		
<i>Cladina silvatica</i>	8	—
<i>Cladonia degenerans</i>	4	—
<i>Peltigera malacea</i>	—	—
Nakna fläckar:	72	17,6
Ris av gran (avv.):	88	12,4

Tab. 90. Föryngringsytor. Kulbäcksliden och Svartberget. Humusanalyser.
Verjüngungsflächen. Kulbäcksliden und Svartberget. Humusuntersuchungen.

16 a unter vermoderndem Reisig, 16 b Fleck ohne Reisig	16 a		16 b		17
	F	H	F	H	F + H
pH	4,7	4,6	4,4	4,0	4,9
Am-N, urspr. dir.	104	109	—	0	94
» » omr.	137	159	—	0	—
» 3 mån. lagr. dir.	0	416	—	0	0
» » omr.	0	607	—	0	0
» koeff. %	0	3,47	—	0	0
S-N, urspr. dir.	200	8,4	—	1,3	72
» » omr.	263	12,3	—	1,5	119
» 3 mån. lagr. dir.	1100	560	—	3,2	600
» » omr.	1444	817	—	3,8	994
» koeff. %	5,50	4,67	—	0,02	4,0
Inf. jord 3 mån. lagr.	224	224	—	224	224
S-N, inf. » » dir.	900	535	—	3,8	750
» » » omr.	1181	780	—	4,4	1242
N-tot. % dir.	2,0	1,2	1,4	1,4	1,5
» % omr.	2,6	1,8	1,5	1,7	2,5
CaO _{ass} % dir.	1,15	0,76	0,68	0,66	1,30
» % omr.	1,51	1,11	0,75	0,78	2,15
Glödförlust	76,2	68,6	90,8	84,5	60,4

16 a. Stormyrjtälén under multnande granris. 16 b. Stormyrjtälén. Partier utan multnande granris. 17. Svartberget. C:a 10-årig föryngringsyta med vacker ungall.

Västerbotten. Jörns socken. Kronoparken Västra Jörnsmarken. Kartan sid. 209, n:r 28. Undersökning ¹³/₉ 1921.

Hygge i mera sluten tallhed upptaget under vintern 1917—1918. Markbetäckningen i tallheden utgöres av lavar, lingon, kråkris samt något blåbär och odon. Humustäcket på hygget ganska luckert, 2—4 cm mäktigt. De fotshöga martallarna i beståndet ha fått en vacker färg och skjuta kraftiga årsskott; de vackraste tallarna finner man på platser med mera bärris i markbetäckningen. Humusprov togos dels under bärris, dels under lavar och lingon.

Tab. 91. Föryngringsyta i tallhed. Västra Jörnsmarken. Humusanalyser.
Verjüngungsfläche. Kiefernheide. Västra Jörnsmarken. Humusuntersuchungen.

	Under ris	Under lavar
PH	4,2	4,1
Am-N. urspr. dir.	38	26
» » omr.	60	39
» 3 mån. lagr. dir.	417	117
» » » omr.	652	175
» koeff. %	3,83	1,03
S-N. 3 mån. lagr. dir.	1,5	0,9
» » » omr.	2,3	1,4
» koeff. %	0,01	0,01
Inf. jord 3 mån. lagr.	200	200
S-N. inf. » » dir.	45	20
» » » » omr.	70	30
N-tot. % dir.	1,1	1,1
» % omr.	1,7	1,7
CaO _{ass} % dir.	0,49	0,38
» % omr.	0,77	0,57
Glödförlust	63,9	66,5

Norrbotten. Piteå socken och revir. Pite kronopark ovanför Rokliden. Försöksfältet. Kartan sid. 209, n:r 29.

Litteratur: O. TAMM (1920), H. HESSELMAN (1909, 1917 a).

Inom det år 1905 utstakade försöksfältet för studier över skogarnas försumpning (HESSELMAN 1909) funnos tvenne områden bevuxna med äldre gran, svagt växtlig och lavbehängd. Det ena av dessa områden avverkades sommaren 1908 utan kvarlämnande av fröträd. Det avverkade området hade en areal av 34 ar och en kubikmassa av 24,27 kbm, alltså per hektar 71,38 kbm, en beräkning, som stöder sig på ett stort antal provstammar. Skogen var olikåldrig, trädens ålder växlade mellan 150 och 220 år. Stamantalet inom ytan var mycket stort, nämligen ej mindre än 685 st., därav 593 gran, 15 tall och 77 björk eller c:a 2,055 st. per har, trädens diametertillväxt ytterst obetydlig, t. ex. 220 årsringar på 9 cm. Skogen var sålunda ett gott exempel på en svagt växtlig, lavbehängd granskog.

Skogen var runt om omgiven av myr eller försumpad skog, varför man kunde urskilja en yttre mera fuktig zon med spridda *Sphagna* och ett inre, mera torrt parti med mera ren mossmatta.

Markbetäckningen hade vid skogens avverkning följande sammansättning inom de olika områdena.

Tab. 92. Äldre granskog av *Vaccinium*- och *Dryopteris*-typ. Roklidens försöksfält. Später abgeholzter älterer Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus und *Dryopteris*-Typus. Versuchsfeld Rokliden. Vegetationsveränderungen nach dem Kahlschlag, siehe Text S. 481.

	Mera torrt inre parti	Mera fuktig kantzon
Träd:	r, flv. y	r
<i>Picea excelsa</i>	r, flv. y	r
<i>Pinus silvestris</i>	e	t
<i>Betula pubescens</i>	e	t
<i>Sorbus aucuparia</i>	t	t, buskar
<i>Salix caprea</i>	—	e
<i>Betula odorata</i> × <i>nana</i>	—	e
Buskar:	e	e
<i>Juniperus communis</i>	e	e, flv. r
Ris:	y	y
<i>Vaccinium myrtillus</i>	r—y	r—y
<i>Linnaea borealis</i>	s	s
<i>Lycopodium annotinum</i>	s, flv. r—y	t
<i>Pyrola secunda</i>	e—t.	t
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	s	s
<i>Empetrum nigrum</i>	s, flv. r	s
<i>Calluna vulgaris</i>	e, flv.	—
<i>Vaccinium uliginosum</i>	e mot kanterna	e
<i>Ledum palustre</i>	—	e
<i>Andromeda polifolia</i>	—	e
Örter och gräs:	r	r
<i>Deschampsia flexuosa</i>	r, flv. y	t—s
<i>Melampyrum pratense</i>	s, flv. r	s—r
» <i>silvaticum</i>	e—t	t, flv. s
<i>Majanthemum bifolium</i>	s	e, flv.
<i>Cornus suecica</i>	e, flv.	t—s
<i>Luzula pilosa</i>	e	e
<i>Carex globularis</i>	s, flv.	s—r
<i>Listera cordata</i>	e	t
<i>Rubus chamæmoris</i>	—	s
<i>Equisetum silvaticum</i>	—	e—t
<i>Solidago virgaurea</i>	—	e
<i>Eriophorum vaginatum</i>	—	e
<i>Dryopteris Linnæana</i>	—	e, flv.
<i>Trientalis europæa</i>	—	e
<i>Scirpus austriacus</i>	—	e i kanten mot myren
<i>Carex magellanica</i>	—	»
<i>Eriophorum polystachyum</i>	—	»
<i>Orchis maculatus</i>	—	»
Mossor:	y	y
<i>Hylocomium proliferum</i>	y	r, flv. y
» <i>parietinum</i>	r	r, flv. y
<i>Hypnum crista castrensis</i>	s, flv. y	t, flv. s
<i>Polytrichum commune</i>	s, flv. r	s, flv. r
<i>Dicranum</i> sp.	t	e
<i>Jungermania lycopodioides</i>	e	t
<i>Sphagnum Russowii</i>	e	flv. r
» <i>angustifolium</i>	—	t
» <i>acutifolium</i>	—	e, tuvor
Lavar:	e	e
<i>Cladonia rangiferina</i>	e	e
» <i>silvatica</i>	e	e
<i>Cladonia</i>	e	e



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 71. Äldre, svagt växtlig granskog av *Dryopteris*-typ. Norrbotten. Pite kronopark. Roklidens försöksfält.
Älterer, schwachwüchsiger Fichtenwald, *Dryopteris*-Typus.

Följande sommar voro inom det mera torra partiet av kalytan markvegetationen död och förbränd. De spridda *Sphagnum*-fläckarna voro upptorkade, *Hylocomium*-mattan nästan brunbränd, lingon- och blåbärsriset dött på stubbarnas sydsida, men ännu liksom mosstäcket friskt på nordsidan, *Lycopodium annotinum* hade dött.

Sommaren 1911 hade *Deschampsia flexuosa* ernått en yppig utveckling och blommade rikligt—ymnigt, bärrisen började utveckla nya skott, å stubbarnas sydsida voro dock risen fortfarande döda. Nyinkomna växter äro *Poa annua*, *Agrostis tenuis* och *Cerastium caespitosum* (kalfältet betas) samt *Salix phylicifolia* och *Rubus idæus*. Det döda *Hylocomium*-täcket har fläckvis ersatts av *Polytrichum commune*.

I den fuktigare kantzonen äro ännu *Sphagnum*-tuvorna friska, blåbärsriset har dött i betydligt mindre omfattning än på torrmarkspartiet, *Deschampsia flexuosa* blommar rikligt och har något tilltagit i ymnighet. Vegetationsförändringarna äro sålunda mindre än i det egentliga torrmarkspartiet.

Kring stubbarna och utmed från dem utgående rötter uppträda *Rubus idæus* och *Chamaenerium angustifolium*, vilka sedan småningom genom rotskott sprida sig ut i marken mellan stubbarna, som huvudsakligen hyser en *Deschampsia flexuosa*-vegetation. Omkring år 1914 börjar hygget förändra karaktär i det att björkplantor rikligt infinna sig, spritt förekomma vackra tallplantor; smågranar, som kvarglömdes vid hyggets rensning, ha börjat skjuta nya skott. I början av 1920-talet har björk givit hygget dess karaktär, ungallarna skjuta kraftiga långa skott med långa mörkgröna barr, unggranarna äro mörkgröna och ha kraftiga årsskott. Sommaren 1922 antecknades å torrmarkspartiet inom hygget förutom *Deschampsia flexuosa*, *Chamaenerium angustifolium* och *Rubus idæus* även följande växter, nämligen *Betula pubescens*, *Salix nigricans*, *S. phylicifolia* och *S. caprea*, *Juniperus communis*, blåbär, lingon och kråkris, *Lycopodium annotinum*, *Majanthemum bifolium*, *Rumex acetosella*, *Melampyrum pratense*, *Agrostis tenuis*, *Solidago virgaurea*, *Deschampsia caespitosa* enst., *Carex canescens* enst., *Luzula pilosa* och *Trientalis europæa*. Karaktärsmossan är fortfarande *Polytrichum commune*, som i regel är låg, men utmed stubbar och stenar ganska yppig, bildande svällande mattor.

Inom det ännu oavverkade granskogspartiet insamlades humusprov från ett område med följande markbetäckning.

RAUNKIÆR-analys, täckning i 0,1 delar (nicht abgeholzte Partie, Tab. 93: 1).

Buskar:	F %	A %
<i>Sorbus aucuparia</i>	28	—
Ris:		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	44
<i>Linnaea borealis</i>	100	—
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	75	—
<i>Empetrum nigrum</i>	16	—
<i>Lycopodium annotinum</i>	4	—
<i>Pyrola secunda</i>	4	—
Örter och gräs:		
<i>Deschampsia flexuosa</i>	100	6,4
<i>Cornus suecica</i>	92	2
<i>Melampyrum pratense</i>	88	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	20	—
<i>Solidago virgaurea</i>	12	—
<i>Trientalis europæa</i>	8	—
<i>Dryopteris Linnæana</i>	4	—

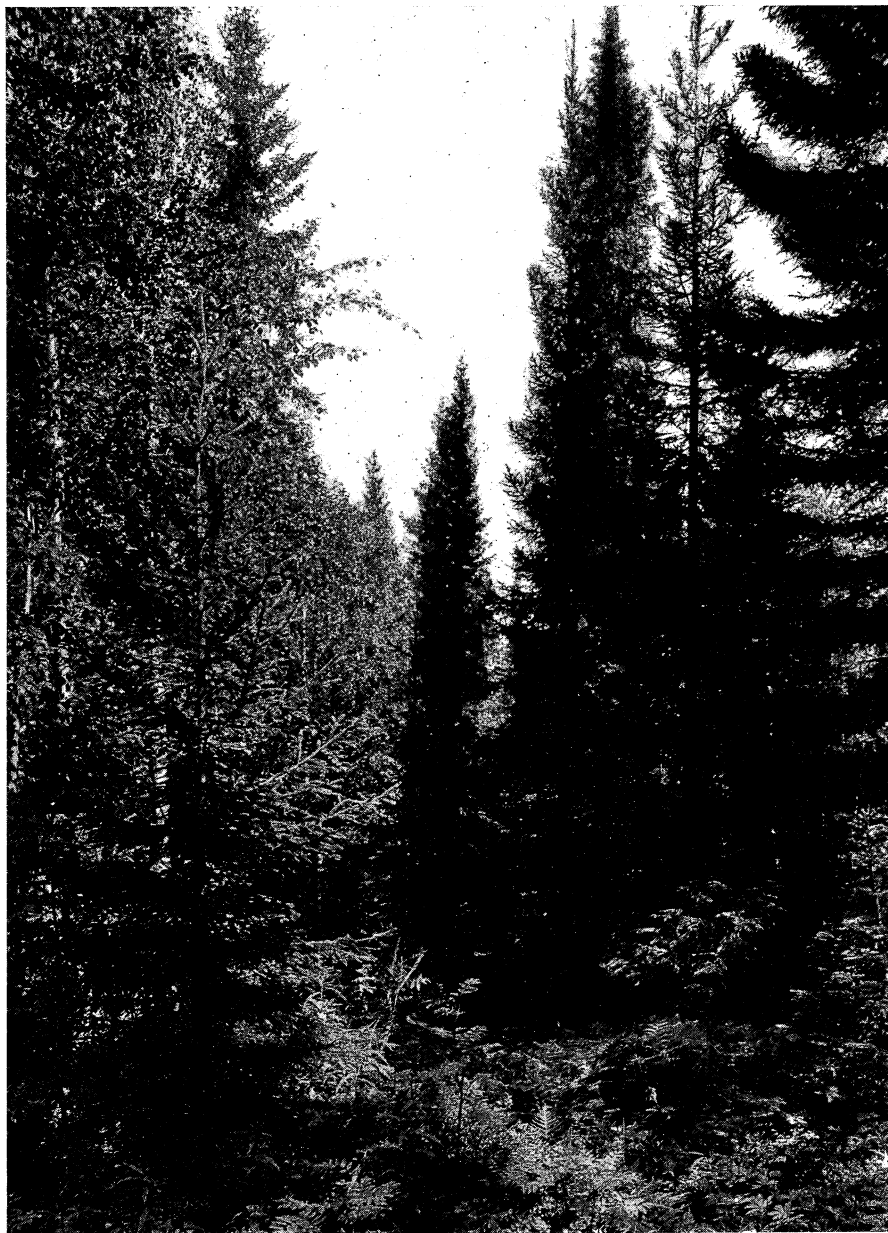


Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 72. Ungskog av tall, björk och något gran å kalyta, upptagen 1908, i gammal, svagt växtlig granskog av *Dryopteris*-typ. Bilden tagen aug. 1925. Roklidens försöksfält.

Jungbestand aus Kiefern, Birken, Fichten auf einer im Jahre 1908 durch Abholzung entstandenen Kahlfläche in einem alten, schwachwüchsigen Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus. Aufnahme Aug. 1925. Versuchsfeld Rokliden.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 73. Granskog med björk, av *Geranium*-typ. Norrbotten. Pite kronopark. Rokliden.
Fichtenwald mit Birken, von *Geranium*-Typus.

Tab. 93. Granskogar (1 o. 3) och föryngringsytor (2) å Roklidens försöksfält. Humusanalyser.

Fichtenwälder (1 u. 3) und Verjüngungsflächen (2). Versuchsfeld Rokliden. Humusuntersuchungen.

	1 a		1 b		1 c		1 d		1 e	2 a	2 b	2 c	3	
	F	H	F	H	F	H	F	H	H	F+H	F+H	F+H	F	H
PH.....	4,3	4,0	4,1	4,1	4,1	3,8	4,1	3,6	3,9	4,0	4,4	4,7	—	5,1
Am-N. urspr. dir.	—	—	187	66	291	55	164	54	0	105	270	0	—	—
» » omr.....	—	—	—	—	—	—	176	66	0	158	334	0	—	—
» 3 mån. lagr. dir.....	1,146	147	441	49	1,501	90	1,220	42	27	575	1,341	886	1,062	503
» » » omr.	1,210	164	—	—	—	—	1,309	51	36	861	1,660	2,542	1,397	844
» koeff. %	7,56	1,26	—	—	—	—	7,63	0,35	0,22	4,79	7,45	6,33	5,38	3,12
S-N. urspr. dir.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	2,0	0,9	0,8	3,7
» » omr.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	2,5	2,6	1,1	6,2
» 3 mån. lagr. dir.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	1,0	9	4,6	33,3
» » » omr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,6	1,2	25,8	6,1	55,9
» koeff. %.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02	0,005	0,06	0,23	0,21
Inf. jord 3 mån. lagr.	190	190	—	—	—	—	—	—	—	200	200	200	190	190
S-N. inf. » » dir.	0	0,6	—	—	—	—	—	—	—	18	145	480	270	440
» » » » omr.....	0	0,7	—	—	—	—	—	—	—	27	180	1,377	355	739
N-tot. % dir.	1,5	1,2	—	—	—	—	1,6	1,2	1,2	1,2	1,8	1,4	2,0	1,6
» % omr.	1,6	1,3	—	—	—	—	1,7	1,5	1,6	1,6	2,2	4,0	2,6	2,7
CaO _{ass} % dir.	0,37	0,45	—	—	—	—	0,66	0,46	0,31	0,66	0,81	0,57	0,42	0,23
» % omr.	0,39	0,50	—	—	—	—	0,71	0,56	0,41	0,99	1,00	1,63	0,55	0,39
Glödförlust	94,7	89,4	—	—	—	—	93,2	82,1	75,3	66,9	80,8	34,9	76,0	59,6

1. Gamla granskogar av *Dryopteris*-typ inom Roklidens försöksfält. 2. 1908 års kalhygge. 3. Granskog av *Geranium*-typ vid Rokliden.

Mossor:	F %	A %
<i>Hylocomium proliferum</i>	100	32,8
» <i>parietinum</i>	100	17,2
<i>Hypnum crista castrensis</i>	100	22,8
<i>Dicranum</i> sp.	100	12
<i>Jungermania lycopodioides</i>	100	2
<i>Polytrichum commune</i>	40	0,4
<i>Sphagnum Russowii</i>	28	0,8
Blad, barr etc.	40	12,4

Därjämte har det förut omtalade örtrika granbeståndet (HESSELMAN 1917 a) undersökts, ang. ståndortsanteckning etc. hänvisas till detta arbete.

Humusprov för närmare undersökning ha insamlats från följande platser.

1. Det oavverkade granskogsbevuxna partiet å Roklidens försöksfält, RAUNKJÆR-analys sid. 481; tab. 93 n:r 1, a samlat 1920, b—d samlade 1921, e utgöres av ett av svamphyfer tätt genomvävt parti.
2. Tre olika punkter å kalvfältet, upptaget sommaren 1908. Tab. 93 n:r 2 (a—c).
3. Mossrik granskog av *Geranium*-typ ovanför gården Rokliden. Tab. 93 n:r 3.

Norrbotten. *Piteå socken och revir. Fagerheden.* Kartan sid. 209, n:r 31. Litteratur: H. HESSELMAN (1910 och 1917 c), O. TAMM (1920).

Omkring den lilla byn Fagerheden, belägen c:a 200 m ö. h., utbreda sig ganska vidsträckt tallhedar, framförallt mellan Rokån och byn. Dessa hedars föryngringsförhållanden ha sedan länge varit föremål för studier; resultaten ha publicerats i tvenne avhandlingar (HESSELMAN 1910 och 1917 c). Den mark, som klädes av tallhedar, utgöres av en fluvioglacial randterass samt norr om vägen Långträsk—Roknäs även av morän. Jämte rullstensgrus och grövre sand finnes älvsand och närmare Rokån mjälartade avlagringar. Hedtypen hör till de medel-torra; närmare Rokån uppträda mossor i större mängd i markbetäckningen.

Humusprov ha tagits:

1. *Öppna, svårföryngrade partier* av heden med små, tvinande tallplantor, proven 1 a och 1 b i tab. 95 över humusanalyser.
2. *Med hacka bearbetat öppet fält.* Marken bearbetades sommaren 1911, varefter de förut dåliga tallplantorna fingo ett friskare utseende, bredare och mörkare barr och så småningom kraftigare tillväxt. För närvarande bilda de ett visserligen glest, men vackert ungskogsbestånd. Prov 2 i tab. 95 över humusanalyser.
3. *Under äldre träd* med grupper av växtliga ungtallar. Prov 3 (a—c) i tab. 95 över humusanalyser.
4. *Mera slutet tallbestånd närmare Rokån* med mossor i markbetäckningen. (Se ståndortsant. tab. 94 n:r 4.) Tallen når en höjd av c:a 12 m. Prov 4 i tab. 95 över humusanalyser.
5. *Mera slutet tallbestånd norr om vägen* med lavtäckte uppkommet efter brand. (Se tab. 94 n:r 5 över ståndortsanteckningar.) Prov 5 i tab. 95 över humusanalyser.
6. *Björkblandat tallbestånd norr om vägen*, uppkommet efter brand. (Se tab. 94 n:r 6 över ståndortsant.) Prov 6 i tab. 95 över humusanalyser.
7. *Humus under multnande gran- och tallris*, samlat vid försöksfältets anläggning sommaren 1909. Prov 7 i tab. 95.

Tab. 94. Tallhedar (5 o. 6) och mossrik tallskog (4) vid Fagerheden. Pite kronopark. Kiefernheiden (5 u. 6) und moosreicher Kiefernwald (4) bei Fagerheden. Pite kronopark.

Lokal nr:	4		6		5	
	F %	A %	F %	A %	F %	A %
Träd:						
<i>Betula pubescens</i>	8	—	+	—	5	—
» <i>verrucosa</i>	—	—	+	—	—	—
<i>Picea excelsa</i>	+	—	—	—	—	—
<i>Pinus silvestris</i>	12	—	+	—	20	—
<i>Salix caprea</i>	—	—	+	—	—	—
Buskar:						
<i>Juniperus communis</i>	+	—	—	—	—	—
Ris:						
<i>Calluna vulgaris</i>	8	1	—	—	85	22,5
<i>Empetrum nigrum</i>	84	4	12	—	15	1,5
<i>Ledum palustre</i>	8	—	—	—	—	—
<i>Linnæa borealis</i>	44	—	36	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	68	22	68	4	5	0,5
» <i>uliginosum</i>	4	—	—	—	—	—
» <i>vitis idæa</i>	100	16	100	12,8	85	5
Gräs, örter:						
<i>Chamænerium angustifolium</i>	—	—	4	—	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	76	—	36	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	4	—	4	—	—	—
<i>Melampyrum pratense</i>	16	—	12	—	—	—
Mossor:						
<i>Dicranum undulatum</i>	64	2	60	1,6	—	—
» <i>scoparium</i>	—	—				
» cfr. <i>spurium</i>	—	—				
<i>Hylocomium parietinum</i>	100	67	64	8	—	—
» <i>proliferum</i>	72	9	4	—	—	—
<i>Polytrichum juniperinum</i>	32	—	92	2,4	35	2
<i>Hypnum cristata castrensis</i>	28	1	8	—	—	—
Lavar:						
<i>Cetraria islandica</i>	4	—	—	—	—	—
<i>Cladina rangiferina</i>	36	2	72	1,6	100	20,5
» <i>silvatica</i>	20	1	44	1,2	95	16
» <i>uncialis</i>	—	—	—	—	20	0,5
<i>Cladonia</i> sp.	—	—	48	—	85	—
» sp.	12	—	—	—	—	—
<i>Peltigera aphthosa</i>	12	—	8	—	—	—
<i>Stereocaulon paschale</i>	—	—	4	—	5	—
Blad och barr:	96	19	100	84	100	60

- Mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ å Fagerheden nära Rokån. Vål slutet bestånd. Fuktigare mark med mosstäck. Tallarna cirka 12 m med vacker höjdtillväxt. 9/9 1921. (25 cirklar om $\frac{1}{10}$ m². Täckningen skattad i tiondedelar av småtorna.)
- Tallhed vid Fagerheden, norr om vägen. Skogsparti uppkommet efter brand. Tallen mycket blandad med björk. Träden 12 à 14 m höga, 67—77 cm i omkrets, c:a 60 år gamla. 9/9 1921. (25 cirklar om $\frac{1}{10}$ m². Täckningen skattad i tiondedelar av småtorna.)
- Fagerheden. Tallhed å morän norr om vägen. Fläckvis vål slutet bestånd å morän. Större lavfläckar. 10/10 1921. (20 cirklar om $\frac{1}{10}$ m². Täckningen skattad i tiondedelar av småtorna.)

Tab. 95. Tallhedar (1—3, 5—6) och mossrik tallskog (4). Fagerheden å Pite krpk. Humusanalyser.
Kiefernheiden (1—3, 5—6) und moosreicher Kiefernwald (4). Fagerheden. Pite krpk. Humusuntersuchungen.

	1 a	1 b	2	3 a		3 b		3 c	4		5	6		7	
	F + H	F + H	F + H	F	H	F	H	F + H	F	H	H	F	H	F	II
pH	4,0	4,0	4,1	4,3	4,0	4,1	4,0	4,0	4,1	3,8	4,0	4,6	4,4	4,6	4,5
Am-N. urspr. dir.	—	21	8	55	15	99	84	—	100	0	43	0	0	111	58
» » omr.	—	49	—	63	19	106	107	—	106	0	64	0	0	123	94
» 3 mån. lagr. dir. ...	50	18	24	0	497	1,134	605	158	830	658	489	84	122	1,995	436
» » » omr.	142	43	71	0	628	1,208	767	228	883	955	738	93	221	2,218	702
» koef. %	1,00	0,25	0,49	0	4,14	8,10	4,65	1,62	5,12	5,98	4,89	0,60	1,22	9,57	4,36
S-N. 3 mån. lagr. dir. ...	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	3,6	0	1,5
» » » omr.	—	—	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	4,5	6,5	0	2,4
» koef. %	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0,04	0	0,02
Inf. jord. 3 mån. lagr.	190	—	200	200	200	200	200	190	—	—	—	200	—	200	200
S-N. inf. » » dir.	0,2	—	20	13	8	37	13	0	—	—	—	4	—	218	78
» » » » omr.	0,6	—	58	14	11	39	16,5	0	—	—	—	4,5	—	243	126
N-tot. % dir.	0,5	0,6	0,5	1,9	1,2	1,4	1,3	1,0	1,6	1,1	1,0	1,4	1,0	2,2	1,0
» % omr.	1,4	1,4	1,5	2,2	1,5	1,5	1,6	1,4	1,7	1,6	1,5	1,6	1,8	2,4	1,6
CaO _{ass} % dir.	0,20	0,17	0,25	0,84	0,50	0,69	0,11	0,33	0,46	0,36	0,26	1,25	0,42	0,51	0,53
» % omr.	0,56	0,40	0,73	0,96	0,63	0,74	0,14	0,48	0,47	0,52	0,39	1,39	0,76	0,57	0,85
Glödförlust	35,8	42,3	34,3	87,4	79,1	93,8	78,9	69,1	94,0	68,9	66,3	89,6	55,4	90,0	62,2

1. Öppet, svårföryngrat fält. 2. Med hacka bearbetat parti. 3. Humusprov under äldre träd. 4. Mossrik tallskog av *Vaccinium*-typ nära Rokån. 5. Slutet bestånd efter brand. 6. Björkblandat tallbestånd. 7. Humus under multnande ris (unter vermoderndem Reisig).

Lappland. *Stensele socken*. Västra Stensele revir. Trakten kring Storuman. Undersökt juli 1921. Kartan sid. 209, n:r 25—27.

Litteratur: ALBERT NILSSON (1902).

Huvudändamålet med undersökningarna kring Storuman har varit att något undersöka de gamla, svårföryngrade granskogar, som redan omnämnas av ALBERT NILSSON (1902, sid. 139) och som han hänför till grantrötta marker. De gamla granskogarna kring Storuman utmärka sig ofta för ett synnerligen mäktigt råhumustäck, som nästan uteslutande består av svagt förmultnade rester av mossor och ris. Träden visa svag växtlighet och föryngringen är mycket långsam. Berggrunden kring Storuman utgöres i östra delen av graniter, i mellersta delen av Vemdalskvartsit och sparagmiter samt i västra delen av granatrit glimmerskiffer. Något kalkhaltiga skiffrar torde på vissa ställen vara anstående att döma av den rika vegetation, som finnes kring en del bäckar och andra fuktigare platser och som äro vida rikare än i Norrlands kalkfattiga områden. På krpk. Rönnliden, som upptager stora områden söder om Storuman, finnes kalk anstående och söder om Lubbträsket lär enligt uppgift finnas kalkbrott.

De gamla granskogarna äro mycket glesa och föryngra sig om ock helt sakta, i det att trots det mäktiga råhumustäcket granplantorna gro och växa, ehuru ytterst långsamt. Det glesa beståndet är därför starkt olikåldrigt, en mera ingående undersökning skulle sannolikt kunna uppvisa olika generationer, hänförliga till vissa bestämda fröår.

Råhumustäcket har en mäktighet av 10—25 cm. Det kan karakteriseras som ett lager av halvförmultnade mossrester, genomvävt av rötter och underjordiska stamdelar av bärrisen, lingon, blåbär och kråkbär. Råhumustäcket ger intryck av ett mäktigt förmultningsskikt med ytterst svag förmultning. Humusämneskikt saknas eller är svagt utbildat, förmultningsskiktet vilar ofta direkt på blekjorden, som i regel ej uppnår någon ovanlig mäktighet.

I bestånd, söder om Lubbträsket, hade råhumustäcket en tjocklek av 20—30 cm, även i de understa delarna av detta humustäcke kan man urskilja *Hylocomium*-rester, på gränsen mot blekjorden fanns dock i detta bestånd ett starkare humifierat skikt. Blekjordens mäktighet uppgick till omkring 20 cm. I granskogarnas råhumustäcke voro ofta stora partier tätt genomvävda av mycelie-trådar, så att det hela hade utseende av gråa, svampaktiga mycelieklumpar.

På marker, som övergått av eld, växa kring Storuman björkblandade granskogar med insprängd tall samt mossrika mera rena tallskogar. Båda skogstyperna ha sannolikt uppstått efter skögseld på mark, som varit bevuxen med råhumusbesvärad granskog.

I granskogarna, i synnerhet söder om Lubbträsket, finner man ofta i fuktigare sänkor samt utmed rännilar en mera örtrik vegetation. Humustäcket har på dylika platser mullkaraktär.

Följande bestånd kring Storuman ha närmare undersökts.

1. *Äldre, svagt växande granskog av Vaccinium-typ* med någon björkinblandning nära Sakträsket vid viken söder om Storholmen. Skogens ålder 150—200 år. Ståndortsanteckning tab. 96 n:r 1, humusanalys tab. 97 n:r 1 (se fig. 74).

2. Likartat, ehuru något växtligare bestånd i närheten av Sakträsket. Beståndet starkt olikåldrigt, 100—300 år gamla träd. Humustäcket 15—20 cm mäktigt, liksom i bestånd 1 mycket segt och sammanhängande. Markbetäck-



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 74. Ca 250-årig granskog med låg björk. Svårartad råhumus. Lappland, Stensele sn. Kronoparken Rönnliden vid Sakträsket.

Etwa 250-jähriger Fichtenwald mit niedrigen Birken. Schlechter Rohhumus.

31. Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt. Häft. 22.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 75. Ca 300-årig granurskog med tjockt råhumustäcke. Lappland, Stensele sn. Vid Lubbträsket.

Etwa 300-jähriger Fichtenurwald mit ungewöhnlich dicker Rohhumusdecke.

Tab. 96. Granskogar (1—5) och tallskog (6) av *Vaccinium*-typ kring Storuman
(se sid. 488 och 493.)Fichtenwälder (1—5) und Kiefernwald (6) von *Vaccinium*-Typus. Storuman.

	1		3		4		5		6	
	F %	A %	F %	A %	F %	A %	F %	A %	F %	A %
Trädplantor:										
<i>Betula pubescens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ris:										
<i>Empetrum nigrum</i>	100	18,0	100	2	44	—	75	8,5	20	—
<i>Linnæa borealis</i>	—	—	60	—	76	—	85	1,0	—	—
<i>Lycopodium annotinum</i>	—	—	—	—	16	—	5	—	8	—
» <i>complanatum</i>	—	—	—	—	—	—	5	—	4	0,4
<i>Pyrola secunda</i>	—	—	—	—	52	—	—	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	43,2	100	39	100	42,0	100	40,5	100	46,0
» <i>uliginosum</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>vitis idæa</i>	100	0,8	100	1	56	—	100	7,0	100	1,2
Gräs, örter:										
<i>Chamænerium angustifolium</i>	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—
<i>Cornus suecica</i>	—	—	—	—	56	—	—	—	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	88	0,4	90	2	80	—	50	—	100	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
<i>Melampyrum pratense</i>	24	—	30	—	8	—	25	—	68	—
» <i>silvaticum</i>	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Solidago virgaurea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Trientalis europæa</i>	—	—	—	—	8	—	5	—	—	—
Mossor:										
<i>Dicranum</i> sp.....	—	—	20	1	36	—	15	—	—	—
<i>Hylacomium parietinum</i>	100	14,8	100	20	96	29,2	100	54,0	100	15,6
» <i>proliferum</i>	100	68,0	90	62	100	31,6	90	15,0	96	43,2
<i>Jungermania lycopodioides</i>	76	0,4	80	—	48	—	—	—	—	—
» sp.....	—	—	—	—	—	—	—	—	28	1,2
<i>Polytrichum commune</i>	4	—	50	1	64	—	—	—	96	2,4
<i>Hypnum crista castrensis</i>	—	—	70	1	84	12,0	25	—	12	2,4
Lavar:										
<i>Cladina rangiferina</i>	8	0,4	20	2	—	—	35	—	—	—
» <i>silvatica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—
<i>Cladonia</i> sp.....	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» sp.....	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—
<i>Nephroma arcticum</i>	76	15,5	—	—	—	—	25	1,5	12	1,2
<i>Peltigera aphthosa</i>	28	0,8	1	—	—	—	20	1,0	4	—
» <i>canina</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Blad och barr:	—	—	70	12	100	14,0	100	27,5	76	34,8

1 Gammal granskog å krpk. Rönnliden nära Sakträsket.

3 Gammal granskog nära Gkaskeluokt.

4 Gammal granskog å krpk. Rönnliden vid Lubbträsket.

5 Björkblandad granskog efter brand mellan Slussfors och Nordanås.

6 Mossrik tallskog efter brand nära Sandvik.

Tab. 97. Granskogar (1—5) och tallskog (6) av *Vaccinium*-typ jämte granskog (7) av *Geranium*-typ. Storuman.
Humusanalyser.
Fichtenwälder (1—5) und Kiefernwald (6) von *Vaccinium*-Typus nebst Fichtenwald von *Geranium*-Typus (7). Storuman.
Humusuntersuchungen.

	1	2	3	4			5 a		5 b		6		7
	F + H	F + H	F + H	F	H ₁	H ₂	F	H	F	H	F	H	F + H
pH	3,7	3,6	3,7	3,7	3,9	4,0	4,9	5,2	4,1	4,2	3,7	3,6	4,7
Am-N. 3 mån. lagr. dir.	0	135	0	106	0	0	0	53	638	350	—	0	600
» » » omr.	0	172	0	109	0	0	0	74	676	710	—	0	1,044
» koeff. %	0	1,12	0	0,77	0	0	0	0,38	4,0	3,18	—	0	3,75
S-N. urspr. dir.	—	—	—	—	—	—	0	2,0	4,0	0,6	—	—	0,6
» » omr.	—	—	—	—	—	—	0	2,8	4,2	1,2	—	—	1,0
» 3 mån. lagr. dir.	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	7,8
» » » omr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,5
» koeff. %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05
Inf. jord. 3 mån. lagr.	—	—	—	—	—	—	200	200	200	200	—	200	200
S-N. inf. » » dir.	—	—	—	—	—	—	7	212	115	83	—	2,2	675
» » » » omr.	—	—	—	—	—	—	—	299	122	168	—	3,1	1,176
N-tot. % dir.	1,4	1,2	0,8	1,4	1,8	1,5	—	1,4	1,6	1,1	1,4	1,3	1,6
» % omr.	1,5	1,5	0,8	1,4	1,9	1,8	—	2,0	1,7	2,2	1,5	1,8	2,8
CaO _{ass} % dir.	0,21	0,26	0,63	0,43	0,71	0,53	—	0,75	0,40	0,20	0,58	0,48	0,87
» % omr.	0,23	0,33	0,65	0,44	0,73	0,64	—	1,06	0,42	0,41	0,68	0,68	1,52
Glödförlust	93,0	78,5	96,4	97,4	96,6	82,8	—	71,0	94,4	49,3	96,4	70,8	57,4

1 och 2 Granskogar å krpk. Rönnliden nära Sakträsket. 3 Granskog å krpk. Rönnliden vid Gkaskeluokt. 4 Granskog å krpk. Rönnliden vid Lubbräsket. 5 Björk-granskog mellan Slussfors och Nordanäs, a rikligt, b sparsamt med björklöv. 6 Tallskog vid Sandvik efter brand. 7 Örtrik plats i granskogen vid Lubbräsket.

ning i det närmaste av samma sammansättning som i bestånd 1, humusanalys tab. 97 n:r 2.

3. Äldre granskog av något växtligare typ än bestånd 1 och 2 söder om viken Gkaskeluokt. Ståndortsanteckning tab. 96 n:r 3, humusanalys tab. 97 n:r 3.

4. Gammalt, olikåldrigt och mycket svagt växtligt granbestånd söder om Lubbräsket å kronoparken Rönnliden. De äldre granarna 250—300 år, mellanbestånd om 150 år samt enstaka yngre granar. Ståndortsanteckning tab. 96 n:r 4 (se fig. 75), humusanalys tab. 97 nr 4.

Oxalis, *Trientalis* och *Cornus* endast i ytterst små, svaga och sterila exemplar. Humustäcke synnerligen mäktigt, 20—25 cm, kan karakteriseras som en av bärrisgrenar genomvävd torv av *Hylocomium*-rester ännu i den understa hälften av humustäcket kan man igenkänna mossresterna. Närmast mineraljorden finns ett mera multnat humusskikt, där vegetationsresterna ej kunna urskiljas. I tabellen 97 n:r 4 är det översta skiktet i råhumuslagret betecknat med F, det mera omvandlade skiktet med ännu skönjbara mossrester med H₁ och det understa, multnade med H₂.

5. Mellan Slussfors och Nordanås vid Storumans övre ända har skogsmarken övergått av skogseldar. Marken är nu bevuxen med björkblandad granskog med insprängd tall. Ståndortsanteckning tab. 96 n:r 5. Humusanalys tab. 97 n:r 5 a och 5 b, provet 5 a är taget på en plats med ymnigt förekommande, multnande björklöv, n:r 5 b med mera sparsamt förekommande.

6. Mossrik, c:a 70-årig tallskog uppkommen efter brand vid Blaiken eller Sandvik på Storumans norra strand. Tunt, mera lättförmultnat humustäcke. Ståndortsanteckning tab. 96 n:r 6 och humusanalys tab. 97 n:r 6.

7. I de gamla granskogarna med råhumustäcke förekomma här och där sänkor i marken, genomfuktade av mera rörligt vatten. De utmärka sig genom en starkt avvikande vegetation med *Chamaenerium angustifolium*, *Geranium silvaticum*, *Dryopteris Linnæana*, *Oxalis acetosella*, mullmossor såsom *Bryum roseum* och *Mnium*-arter. Humustäcket är mer mullartat. I granskogen söder om Lubbräsket undersöktes en dylik lokal, humusanalys återfinnes i tab. 97 n:r 7.

Lappland. *Arvidsjaur.* Arvidsjaur kyrkplats och Malmesjaur revir. Kartan sid. 209, n:r 30. Undersökning juli 1922.

Omkring Arvidsjaur liksom i hela Malmesjaur revir ha tallhedar av den inre-norrländska typen med långsam föryngring en mycket stor utbredning. Föryngringen hos dessa tallhedar studerades under några dagar sommaren 1922, varvid en del humusprov insamlades, nämligen:

1. *Tallhed å Lillberget* invid Arvidsjaur kyrkplats. Bergets sydsida. Tyiskt tunt humustäcke. Rätt god tallföryngring i ljusare luckor. Ståndortsanteckning tab. 98 n:r 1, humusanalys tab. 99 n:r 1.

2. *Tallhed å Lillberget* invid Arvidsjaur kyrkplats. Bergets nordsida. Humustäcket 5—6 cm mäktigt, torvartat. Föryngring dålig. Ståndortsanteckning tab. 98 n:r 2, humusanalys tab. 99 n:r 2.

3. *Malmesjaurs revir*. *Malmeshiden* vid Suddesjaure. Vacker tallhed med ljung, lingon, något blåbär, renlav. Humusanalys tab. 99 n:r 3.

4. *Malmesjaurs revir*. *Suolojaure* vid Suddesjaure. Åttaårigt hygge i tallhed; de unga, undertryckta tallarna skjuta goda skott. Markbetäckning av ljung, lingon, *Lycopodium complanatum*, *Cladina rangiferina* och *C. silvatica*. Humustäckets ganska luckert. Humusanalys tab. 99 n:r 4.

5. Genom den sistnämnda tallheden framgick ett *fuktigare stråk, beväxt bl. a. med Carex capillaris*. Då denna växt är en utmärkt kalkväxt, togs jordprov för att närmare undersöka humustäckets beskaffenhet. Humustäckets hade utpräglad mullkaraktär, under detsamma fanns en fin lera. Humus- och leralalys tab. 99 n:r 5 a och 5 b.

Tab. 98. Ståndortsanteckningar över tallhedar å Lillberget. Arvidsjaur.

N:r 1 från sydsidan, N:r 2 från nordsidan.

Kiefernheiden. Lillberget. Arvidsjaur. 1 Südseite, 2 Nordseite.

	1		2	
	F %	A %	F %	A %
Trädplantor:				
<i>Pinus silvestris</i>	28	—	4	—
<i>Picea excelsa</i>	+	—	+	—
<i>Betula pubescens</i>	4	—	4	—
<i>Populus tremula</i>	—	—	4	—
<i>Salix caprea</i>	—	—	4	—
Ris:				
<i>Vaccinium vitis idæa</i>	76	0,4	100	10,4
» <i>myrtillus</i>	24	0,8	100	24,0
» <i>uliginosum</i>	—	—	32	4,4
<i>Empetrum nigrum</i>	40	3,6	100	27,2
<i>Calluna vulgaris</i>	96	23,2	8	2,8
Gräs:				
<i>Deschampsia flexuosa</i>	—	—	24	0,8
Mossor:				
<i>Hylocomium parietinum</i>	32	0,4	60	7,2
<i>Dicranum fuscescens</i>	—	—	100	46,0
» <i>Bergeri</i>	64	4,4	8	—
» sp.	12	1,2	—	—
<i>Ceratodon purpureus</i>	+	—	—	—
<i>Polytrichum juniperinum</i>	24	1,2	100	—
Lavar:				
<i>Cladina rangiferina</i>	100	} 51,2	100	} 29,6
» <i>silvatica</i>	100		100	
» <i>uncialis</i>	84		12	
<i>Cladonia</i>	96	21,2	72	2,8
<i>Nephroma arcticum</i>	20	4,4	40	7,6
<i>Stereocaulon paschale</i>	5	0,4	—	—
<i>Cetraria islandica</i>	4	0,4	4	—
<i>Peltigera aphthosa</i>	—	—	8	0,4
» sp.	—	—	8	4,8
Bara fläckar:	52	11,6	—	—

Tab. 99. Tallhedar (1—4) och fuktig mark med *Carex capillaris* (5). Arvidsjaur och Malmesjaur. Humusanalys.

Kiefernheiden (1—3), Verjüngungsfläche in Kiefernheide (4) und feuchter Boden mit *Carex capillaris* (5), a Humusschicht, b Lehm. Arvidsjaur und Malmesjaur. Humusuntersuchungen.

	1	2	3	4	5 a	5 b
	F + H	F + H	F + H	F + H	F + H	—
P _H	4,0	4,0	4,2	4,4	6,2	5,5
Am-N. urspr. dir.	108	194	0	0	126	—
» » omr.	186	212	0	0	179	—
» 3 mån. lagr. dir.	179	58	—	217	909	—
» » » omr.	309	64	—	294	1,286	—
S-N. urspr. dir.	—	0	—	—	12	—
» » omr.	—	0	—	—	17	—
» 3 mån. lagr. dir.	0,7	0	—	2,4	190	—
» » » omr.	1,2	0	—	3,3	269	—
Inf. jord 3 mån. lagr.	400	400	—	400	400	400
S-N. inf. » » dir.	0	0	—	0	709	62
» » » » omr.	0	0	—	0	1,003	—
CaO _{ass} % dir.	0,30	0,89	0,28	0,46	2,17	0,09
» % omr.	0,52	0,98	0,36	0,62	3,07	—
Glödförlust	57,8	91,2	74,8	73,7	70,7	—

1 Tallhed å Lillberget, sydsidan.

2 Tallhed å Lillberget, nordsidan.

3 Tallhed, Suddesjaure.

4 Tallhed, föröngningsyta, Suolojaure.

5 Fuktigt stråk med *Carex capillaris*, a humuslager, b lera.

Lappland. *Arjepluogs revir*. Trakten kring Hornavan. Kartan sid. 209, nr 32. Undersökt juli 1922.

Hornavan ligger c:a 425 m ö. h. Berggrunden kring nedre delen av Hornavan utgöres av urberg, graniter. Nederbörden mätt vid Jäckvik uppgår enligt WALLÉN (1923) till omkring 520 mm, men torde vara något mindre vid Arjeploug.

Omkring Hornavan finnas många vackra välslutna tallbestånd, i synnerhet på bergens sydsida. Mossrika tallskogar spela en förhållandevis stor roll. Råhumustäcket i skogarna närmast omkring Hornavan är mycket måttligt utvecklat, vilket närmast torde sammanhånga med skogseldar, som gynnat tallen. Upp mot skogsgränsen på Galtispuoda har råhumustäcket normal mäktighet. På de mindre holmarna i Hornavan, liksom enligt kronojägare DAHLBERG i Arjeploug även på Uddjaurs småöar, är det emellertid ej ovanligt att finna råhumustäcken av 50—60 cms mäktighet. På Suodasholmen, en av småöarna i Hornavan, på kartan betecknad med namnet Granholmen, äro de stora moränblocken ända upp till holmens spets överdragna med ett råhumustäcke, uteslutande bildat av *Hylocomium*-rester, bärrisgrenar, björknäver etc. med en mäktighet av ända till 55 å 60 cm. Markförnalagret övergår så småningom i förmultningsskiktet, som har i huvudsak samma beskaffenhet ända ned mot det av klippblock bildade underlaget. Det hela ger intryck av en genom kontinuerlig process uppkommen bildning utan några avbrott i utvecklingen.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 76. Hedartad gran-björkskog med 60 cm mäktigt råhumustäcke. Lappland. Arjepluog. Suodasholmen i Hornavan.
Heideartiger Birken-Fichtenwald mit 60 cm mächtiger Rohhumusdecke.

Vegetationen på holmen utgöres av fjällbjörk (*Betula tortuosa* Led.), gran samt något tall. Råhumustäcket är bevuxet med blåbär, lingon, linnéa, *Empetrum nigrum*, *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum*, *Polytrichum juniperinum*, *Cladina rangiferina*, *C. silvatica* och *C. uncialis* (se fig. 76).

Orsaken till att på holmen utbildats dylika mäktiga råhumuslager ur avfallet från en ganska sparsam vegetation är sannolikt att förnämligast söka däri, att holmen tack vare sin litenhet ej varit utsatt för brand. Under torra somrar är ett dylikt råhumustäcke snustorrt och kan då brinna i månadtal. På de större holmarna, liksom utmed Hornavans stränder, har humustäcket normal mäktighet, vilket visar, att luftfuktigheten, vilken på den lilla holmen ej gärna kan vara större än för övrigt utmed sjön, ej kan spela någon avgörande roll för uppkomsten av dessa råhumusbildningar. Förklaringen skulle då vara den, att klimatet i hög grad gynnar uppkomsten av råhumus och att den härav betingade utvecklingen då och då avbrytes av skogseldar, men att på småholmarna tack vare deras för skogseld skyddade läge, utvecklingen kan ostört fortgå.

För övrigt undersöktes humustäcket i en del barrskogar, uppkomna efter brand samt i den lövängsartade vegetationen nedanför stupet på Lulle Istjakk.

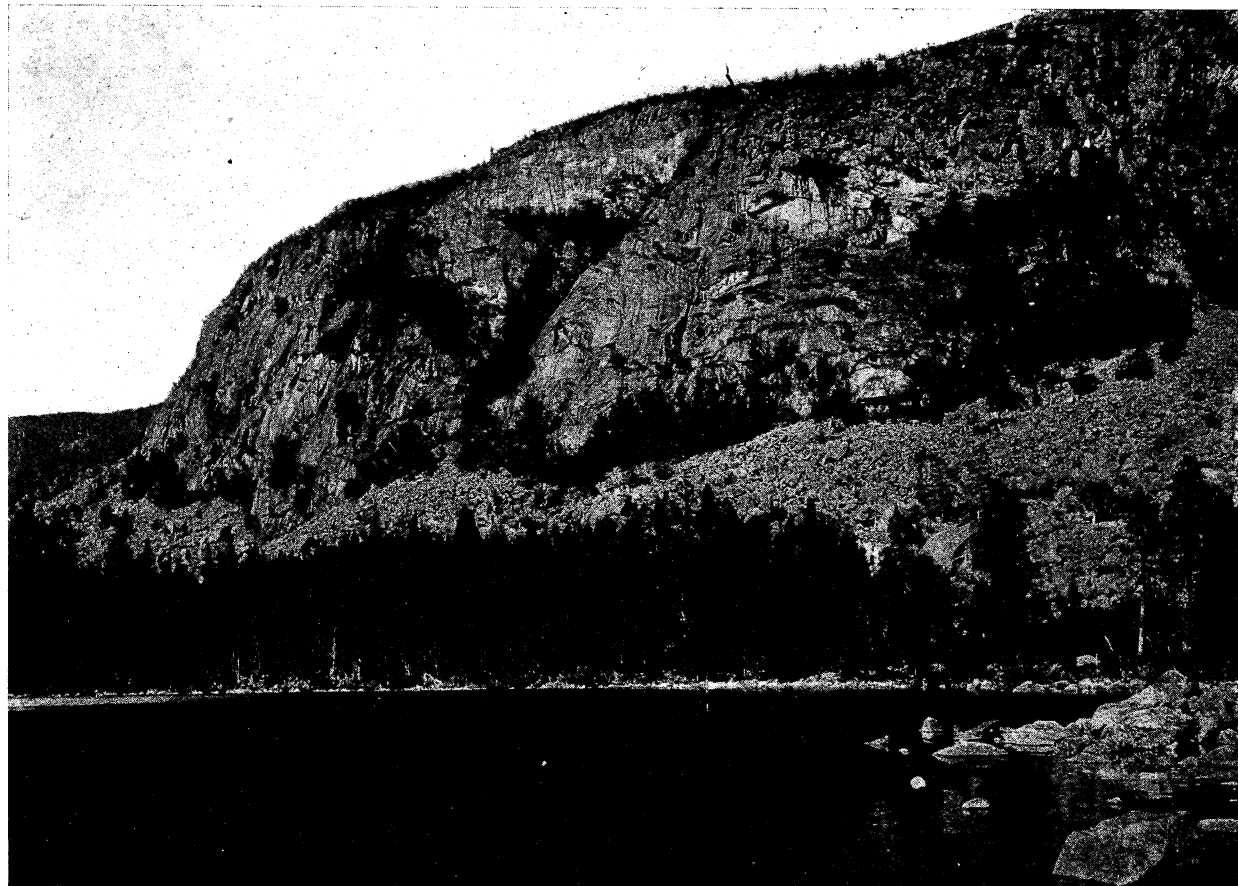
1. *Humusprov från Suodasholmen* i Hornavan. Vegetationsbeskrivning se ovan. Ur det 55—60 cm mäktiga råhumusskiktet togos trenne prov, nämligen dels nära ytan, ungefär i profilens mitt samt slutligen i botten-skiktet. Humusanalys tab. 101 n:r 1 F₁, F₂ och F₃.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 77. Blandbestånd av tall och gran efter brand. Svalfoberget vid Infjärden i Hornavan.
Mischbestand aus Kiefern und Fichten auf abgebranntem Boden.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Fig. 78. Sydberget Lulle Istjakk vid Hornavan.
Der Südberg Lulle Istjakk.

Foto förf.

2. *Svalfoberget* vid Intjärden. Äldre tall-granskog av *Vaccinium*-typ. Ståndortsanteckning tab. 100 n:r 2, humusanalys tab. 101 n:r 2.

3. Cirka 90-årigt, björkblandat tallbestånd, uppkommet efter brand. Lenokberget nära Strömsnäs. Ståndortsanteckning tab. 100 n:r 3, humusanalys tab. 101 n:r 3.

4. Lövvägsparti nedanför stupet på Lulle Istjakk med *Populus tremula*, *Betula pubescens*, *Prunus padus*, *Fragaria vesca* m. fl. Ang. vegetationen se även GUNNAR ANDERSSON och SELIM BIRGER (1912, sid. 204). Humusprovet togs inom ett parti med ymnig *Fragaria vesca*. Humusanalys tab. 101 n:r 4.

Tab. 100. Ståndortsanteckningar över barrskogar efter brand vid Hornavan.

N:r 2 från Svalfoberget. N:r 3 från Lenokberget.

Nadelwälder auf abgebrannten Böden. Hornavan.

	2		3	
	F %	A %	F %	A %
Trädplanter:				
<i>Betula pubescens</i>	—	—	4,0	0,4
<i>Sorbus aucuparia</i>	4,0	—	4,0	—
Ris:				
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	48,8	100	32,0
» <i>vitis idæa</i>	100	3,2	100	3,6
<i>Linnæa borealis</i>	76	1,2	28	—
<i>Empetrum nigrum</i>	16	0,8	56	17,6
<i>Lycopodium complanatum</i>	4	—	4	0,4
<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	—	—	4	2,0
Gräs och örter:				
<i>Deschampsia flexuosa</i>	100	11,2	72	1,2
<i>Melampyrum pratense</i>	24	—	44	—
<i>Trientalis europæa</i>	4	—	8	—
<i>Chamaenerium angustifolium</i>	—	—	12	—
<i>Solidago virgaurea</i>	—	—	20	—
<i>Hieracium</i> sp.	—	—	8	—
Mossor:				
<i>Hylocomium parietinum</i>	96	40,4	8	0,8
» <i>proliferum</i>	76	36,0	4	—
<i>Polytrichum juniperinum</i>	4	0,4	84	2,0
» <i>commune</i>	36	2,4	—	—
<i>Jungermania lycopodioides</i>	64	2,8	—	—
<i>Hypnum crista castrensis</i>	12	—	—	—
<i>Dicrana</i>	60	8,8	8	0,4
<i>Ceratodon purpureus</i>	—	—	4	—
Lavar:				
<i>Cladonia silvatica</i>	16	2,8	68	1,6
» <i>rangiferina</i>	20	0,8	64	—
» <i>uncialis</i>	—	—	12	0,4
<i>Cladonia</i>	4	0,4	96	39,6
<i>Peltigera aptosa</i>	8	—	36	2,8
<i>Stereocaulon paschale</i>	—	—	28	2,0
<i>Nephroma arcticum</i>	4	0,4	+	—
<i>Peltigera</i> sp.	—	—	48	4,0
Blad och barr etc.:	36	4,8	80	46,4



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto förf.

Fig. 79. Lund av asp, hägg etc. nedanför stupet av Lulle Istjakk.

Hain mit *Populus tremula*, *Prunus padus* etc. am Fusse des senkrechten Absturzes bei Lulle Istjakk.

Tab. 101. Skogssamhällen kring Hornavan. Humusanalys.
Waldbestände. Hornavan. Humusuntersuchungen.

	1			2		3	4
	F ₁	F ₂	F ₃	F	H	F+H	F+H
pH	3,6	3,5	3,6	4,2	4,2	4,0	6,5
Am-N. urspr. dir.	81	63	63	232	105	28	0
» » omr.	82	64	64	258	248	33	0
» 3 mån. lag. dir.	66	112	118	608	46	139	22
» » » omr.	68	114	120	675	109	162	102
S-N. » » dir.	—	—	—	—	0,8	0	396
» » » omr.	—	—	—	—	1,9	0	1,873
Inf. jord. 3 mån. lag.	—	—	—	400	400	400	400
S-N. inf. » » dir.	—	—	—	88	0,6	0	248
» » » omr.	—	—	—	98	1,4	0	1,173
CaO _{ass} % dir.	0,29	0,48	0,21	0,45	0,15	0,42	1,05
» % omr.	0,30	0,49	0,21	0,50	0,35	0,49	4,97
Glödförlust	97,8	98,1	98,4	90,2	42,3	85,7	21,1

1 Suodasholmen i Hornavan. 2 Tall-granskog, Svalfoberget. 3 Tallskog, Lenokberget.
4 Löväng, Lulle Istjakk.

ANFÖRD LITTERATUR.

- AALTONEN, V. T., 1925, Über den Aziditetsgrad (pH) des Waldbodens. — Medd. fr. Forstvetenskapl. förs.-anst. 9. Helsingfors.
- ADAMSON, A. S., 1922, Studies of the Vegetation of the English chalk. I. The Woodlands of Ditcham Park, Hampshire. — *Journal of Ecology* 9. Cambridge.
- ALBERT, R., 1921, Die Bärenthorner Böden. — Mitteilung der Forstlichen Hochschule zu Eberswalde. *Silva*, Nr 38.
- 1923, Ist die Rodung der Wurzelstöcke dem Waldboden von Nutzen oder von Schaden? — *Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen* 55.
- 1925, Der waldbauliche Wert der Dünenande, sowie der Sandböden im allgemeinen. — *Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen* 57.
- ANDERSSON, G. & BIRGER, S., 1912, Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria med särskild hänsyn till dess sydkandinaviska arter. — *Norrländskt Handbibliotek*, V. Uppsala & Stockholm.
- ANDERSSON, G. & HESSELMAN, H., 1907, Vegetation och flora i Hamra kronopark. Ett bidrag till kännedom om den svenska urskogen och dess omvandling. (Vegetation und Flora im Staatsforst »Hamra kronopark.« Ein Beitrag zur Kenntnis des schwedischen Urwalds und seiner Umwandlung.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 4. Stockholm.
- ARRHENIUS, O., 1920, Öcologiske Studien in den Stockholmer Schären. — Stockholm.
- 1922, Hydrogenion-concentration, soil properties and growth of higher plants. — *Arkiv för Botanik* 18. Stockholm.
- BARTHEL, CHR. & BENGTTSSON, N., 1918, Bidrag till frågan om stallgödselkvävet's nitrifikation i åkerjorden. II. — Medd. fr. Centralanst. för försöksväsendet på jordbruksområdet 172. (Även i Landtbruksak. Handl. 57.)
- BECK VON MANNAGETTA, 1901, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. — Die Vegetation der Erde. IV. Leipzig.
- BENGTTSSON, N., 1924, Bestämning av ammoniak i jord. — Medd. fr. Centralanst. för försöksväsendet på jordbruksområdet 255. Stockholm.
- BERNHARD, , 1914, Eine andere Antwort auf die Frage: Zwingen Bedenken gegen die Fichtenkahl Schlagwirtschaft in Sachsen zu einem Fruchtwechsel? — *Tharandter forstl. Jahrb.* 65.
- BJERRUM, N. & GJALDBÆK, J. K., 1919, Undersøgelser over de Faktorer, som bestemmer Jordbundens Reaktion. I. Om Bestemmelse af en Jords sure eller basiske Egenskaber. II. Om Reaktionen af Vædsker, som er mættet med Kalciumkarbonat. (Mit deutscher Zusammenfassung.) — Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole. Aarskrift 1919. København.
- BORNEBUSCH, C. H., 1923, Skovbundsstudier. (Disquisitions on Flora and Soil of Danish Woodlands.) — *Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 8. København.
- 1925, Skovbundsstudier, IV—IX. (Disquisitions on Flora and Soil of Danish Woodlands, IV—IX.) — *Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 8. København.
- BRENNER, W., 1921, Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. (Studien über die Vegetation im westlichen Nyland [Süd-Finnland] und ihr Verhältnis zu den Eigenschaften des Bodens.) — *Fennia* 43, no 2. Helsingfors.
- 1922, Undersökningar över jordens vätejonkoncentration och dess betydelse för bördigheten. Föredrag vid Svenska avdelningens av Nordiska Jordbruksforskare's Förening ordinarie årsmöte den 13 mars 1922. — Handlingar till Landtbruksveckan år 1922. Stockholm.
- 1924, Über die Reaktion finnländischer Böden. — *Geol. Komm. Finland. Agrog. Medd.* 19. Helsingfors.
- 1924 b, Azotobacter in finnländischen Böden. — *Geol. Komm. Finland. Agrog. Medd.* 20. Helsingfors.

- BURGER, H., 1922, Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. — Mitt. d. schweiz. Centralanst. für das forstl. Versuchswesen 13. Zürich.
- CAJANDER, A. K., 1903, Om vegetationen i urskogen kring Lena. — Fennia 20. Helsingfors.
- 1904, Studien über die Vegetation des Urwaldes am Lena-Fluss. — Acta Soc. Scient. Fennicae 32: 3. Helsingfors.
- 1909, Ueber Waldtypen. — Acta forestalia fennica 1. Helsingfors.
- 1921, Zur Frage der gegenseitigen Beziehungen zwischen Klima, Boden und Vegetation. — Acta forestalia fennica 21. Helsingfors.
- 1923, Was wird mit den Waldtypen bezweckt? — Acta forestalia fennica 25. Helsingfors.
- & ILVESSALO, Y., 1921, Ueber Waldtypen II. — Fennia 43. Helsingfors. (Även i Acta forestalia fennica 20.)
- CARLGREN, M., 1917, Om Sanna. — Skogar och skogsbruk. Studier tillägnade FRANS KEMPE på hans sjuttioårsdag. — Skogsvårdsföreningens tidskrift 15. Bil. I. Stockholm.
- CERMAK, L., 1910, Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. — Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 36. Wien.
- CHODAT, R., 1913, Sur le Digitalis purpurea, »plante calcifuge». — Bulletin de la Société botanique de Genève, 2me Série, Vol. V. Genève.
- CHODAT, F., 1924, La Concentration en ions Hydrogène du Sol et son Importance pour la Constitution des Formations végétales. — Univ. Genève Inst. Bot. Sér. 10, Fasc. 7.
- CHRIST, H., 1902, Urwaldreste in den Brünig-Waldungen. — Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen. Jahrg. 53. Bern.
- CHRISTENSEN, H. R. & JENSEN, T., 1923, Undersøgelser vedrørende elektrometriske Metoder til Bestemmelse af Jordreaktionen. — Tidsskr. for Planteavl 29. København.
- CLARK, W. M., 1922, The Determination of Hydrogen ions. 2nd edition. — Baltimore.
- CLARKE, G. R., 1924, Soil Acidity and its Relation to the Production of Nitrate and Ammonia in Woodland soils. — Oxford Forestry Memoirs 2.
- CZAPEK, FR., 1913—21, Biochemie der Pflanzen I—III. — Jena.
- DEICKE, , 1912, Zwingen Bedenken gegen die Fichtenkahlschlagwirtschaft in Sachsen zu einem Fruchtwechsel? — Tharandter forstl. Jahrb. 63.
- DU RIETZ, G. E., 1921, Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. — Akademische Abhandlung. Upsala & Wien.
- EEBERHARD, J., 1908, Die räumliche Ordnung im Walde und die Naturverjüngung. — Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 84.
- 1914, Die Grundlagen naturgemässer Bestandesbegründung. — Forstw. Centralbl. 36.
- 1919, Was will der Abrückschlagschlag (Keilsaumbetrieb)? — Forstw. Centralbl. 41.
- 1922 a, Der Schirmkeilschlag und die Langenbrander Wirtschaft. — Forstw. Centralbl. 44.
- 1922 b, Neue und alte Betriebsformen. — Forstw. Centralbl. 44.
- EEBERMAYER, E., 1876, Die gesammte Lehre der Waldstreu. — Berlin.
- 1882, Physiologische Chemie der Pflanzen. Bd I. — Berlin.
- EHRENBERG, , 1922, Neues vom Waldboden und seinen Eigenschaften auf Grund der neuen kolloidchemischen Erkenntnisse. — Jahrb. d. schlesisch. Forstvereins f. 1922. Breslau.
- ENGLER, A., 1904, Der Urwald bei Schattawa im Böhmerwald. — Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 55. Bern.
- FROSTERUS, B., 1921, Nomenklaturen för jordarterna och jordmånerna i de nordiska länderna. — Beretning om Nord. jordbruksforsk. forenings Kongres i København Juli 1921. Nordisk jordbruksforskning 1921.
- 1923, Förslag från Komittéen för nomenklatur och klassifikation av jordarter och jordmån. — Beretning om Nord. jordbruksforsk. forening. Anden kong. Göteborg, juni 1923. (Även i Nordisk jordbruksforskning 1923.)
- GAARDER, T. & HAGEM, O., 1921, Salpetersyredannelse i udyrket jord. — Medd. nr. 4 fra Vestlandets forstlige forsøksstation. Bergen.
- GRAEBNER, P., 1918, Die pflanzengeographischen Verhältnisse von Bialowics. — Bialowics in deutscher Verwaltung. H. 4. Berlin.
- GREVILLIUS, A. Y., 1894, Biologisch physiognomische Untersuchungen einiger schwedischer Hainthälchen. — Botan. Zeitung.
- GÖPPERT, H. R., 1868, Skizzen zur Kenntnis der Urwälder Schlesiens und Böhmens. — Verh. d. kaiserl. Leopold-Carolin. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd 34. Dresden.

- HARSCH, W., 1912, Die Kiefer des württembergischen Schwarzwalds. Aus Württemberg. Unsere Forstwirtschaft im 20. Jahrhundert. Tübingen.
- HARTMANN, F. K., 1923, Die Bestandesbodenflora als Ausdruck der Gesamtwirkung aller Standortsfaktoren. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 55.
- HAUCH, L. A., 1919, Danmarks trævækst. — København 1919.
- HENRY, E., 1897, L'azote et la végétation forestière. — Revue des Eaux et Forêts 36.
- HESSELMAN, H., 1909, Försumpningsfrågan i Berättelse öfver den botaniska afdelnings verksamhet åren 1906—1908 etc. (Mit deutscher Zusammenfassung.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 6. Stockholm.
- 1910, Studier öfver de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. I. (Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden I.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 7. Stockholm.
- 1910 a, Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. (Über den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 7. Stockholm.
- 1914, Yttrande rörande skogsmarksbonitering. — Skogsvårdsföreningens tidskrift 12. Stockholm.
- 1917 a, Studier öfver salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i vätekologiskt avseende. (Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 13—14. Stockholm.
- 1917 b, Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. (On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Salpêtre in the Ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 13—14. Stockholm.
- 1917 c, Studier öfver de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. II. (Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden, II.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 13—14. Stockholm.
- 1924, Kartographie der schwedischen Böden. État de l'étude et de la cartographie du sol dans divers pays de l'Europe, Amérique, Afrique et Asie. Institutul geologic al României.
- HISSINK, D. J. & VAN DER SPEK, JAC., 1926, Über Titrationskurven von Humusböden. — Comptes rendus de la deuxième Commission de l'association internationale de la science du sol. Vol. A. Groningen.
- HOLMBERG, O. R., 1922, Hartmans handbok i Skandinavien flora. — Stockholm.
- HOLMGREN, A., 1914, Blädning och traktthuggning i norrlandsskogar. — Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift för år 1914. Stockholm.
- HVASS, J., 1923, Den af v. KALITSCH anvendte Skovbehandling, dens Fortrin og Mangler. (Die von v. KALITSCH angewandte Waldbehandlung, ihre Vorzüge und Mängel.) — Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole. Aarskrift 1923. København.
- HÖGBOM, A. G., 1920, Geologisk beskrivning öfver Jämtlands län. 2 uppl. — Sveriges Geol. Unders., Ser. C. N:o 140. Stockholm.
- ILVESSALO, Y., 1922, Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. — Acta forestalia fennica 20. Helsingfors.
- 1923, Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. — Acta forestalia fennica 25. Helsingfors.
- JENSEN, C., 1915 & 1923, Danmarks Mosser I & II. — København.
- JENSEN, T., 1924, Om Bestemmelse af Jordens Stødpudevirkning. (On the Determination of the Buffer Effect of Soil). — Tidsskr. for Planteavl 30. København.
- KAPPEN, H., 1917, Zu den Ursachen der Azidität der durch Ionenaustausch sauren Böden. — Landw. Vers. Stat. 89.
- & ZAPPE, M., 1917, Über Wasserstoffionenkonzentrationen in Auszügen von Moorböden und von moor- und rohhumusbildenden Pflanzen. — Landw. Vers. Stat. 90.
- 1920, Über die Aziditätsformen des Bodens und ihre pflanzenphysiologische Bedeutung. — Landw. Vers. Stat. 96.
- KRAUS, G., 1911, Boden und Klima auf kleinstem Raum. Versuch einer exakten Behandlung des Standorts auf dem Wellenkalk. — Jena.
- KRAUSS, G., 1924, Zur Aziditätsbestimmung in Waldböden. — Forstw. Centralbl. 1924.

- KÄSTNER, M., 1921, Bemerkungen zur Entstehung und Besiedlung des Trockentorfs. — Naturw. Wochenschr. 20.
- LAGERBERG, T., 1914, Markfloras analys på objektiv grund. (Die Analyse der Bodenvegetation auf objektiver Grundlage). — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 11. Stockholm.
- LANDOLT-BÖRNSTEIN, 1923, Physikalisch-chemische Tabellen. 5te Aufl. hrsg von W. A. ROTH und K. SCHEEL. — Berlin.
- LAUTENSCHLAGER, O., 1917, Die forstlichen Verhältnisse des Bialowicser Urwaldes. — Bialowics in deutscher Verwaltung. H. 2. Berlin.
- LEININGEN, W., 1922, Ueber Waldtypen. — Forstliche Rundschau 48.
- LINDMAN, C. A. M., 1918, Svensk fanerogamflora. — Stockholm.
- LINKOLA, K., 1924, Waldtypenstudien in den Schweizer Alpen. — Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich. H. I. Zürich.
- LUNDBLAD, K., 1924, Ett bidrag till kännedom om brunjords- eller mulljordstypens egen-skaper och degeneration i södra Sverige. (Ein Beitrag zur Kenntnis der Eigenschaften und der Degeneration der Bodenarten vom Braunerdetypus im südlichen Schweden.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 21. Stockholm.
- 1926, Geologi, jordmån och vegetation inom Siljansfors försökspark i Dalarna. — Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare XII. Stockholm.
- LUNDEGÅRDH, H., 1921, Ecological studies in the assimilation of certain forest-plants and shore-plants. — Svensk Botanisk tidskrift 15. Stockholm.
- MAHLER, R., 1925, Bilder aus dem Urwaldrest am Kubany (Böhmen.) — Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 101.
- MALMSTRÖM, C., 1923, Degerö Stormyr. En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning över ett nordsvenskt myrkomplex. (Degerö Stormyr. Eine botanische, hydrologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung eines nordschwedischen Moorkomplexes.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 20. Stockholm.
- 1926, The Experimental Forests of Kulbäcksliden and Svartberget in North Sweden. 2. Vegetation. — Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare XI. Stockholm.
- MARTIN, , 1920, Das Verhalten von Kiefern-Buchen-Mischbeständen in ökonomischer Hinsicht, mit besonderer Rücksicht auf die forstlichen Verhältnisse Sachsens. — Tharandter forstl. Jahrb. 71.
- MELIN, E., 1917, Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. — Norrl. Handbibl., VII, Uppsala.
- 1925, Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Eine ökologisch-physiologische Studie. — (Verlag von Gustav Fischer.) Jena.
- & ODÉN, S., 1916, Kolorimetrische Untersuchungen über Humus und Humifizierung. — Sveriges Geol. Undersökning årsbok 10: 4. Stockholm.
- 1920, Kolorimetrische Untersuchungen über Humus und Humifizierung. — Intern. Mitteil. für Bodenkunde. Berlin—Wien.
- MICHAELIS, L., 1914, Die Wasserstoffionenkonzentration. — Berlin.
- 1922, Die Wasserstoffionenkonzentration, ihre Bedeutung für die Biologie und die Methoden ihrer Messung. Zweite Aufl. I. Die theoretischen Grundlagen. — Berlin.
- MOORE, B., 1922, Humus and root systems in certain north eastern forests in relation to reproduction and competition. — Journal of Forestry 20.
- MÖLLER, A., 1912, Ein neues Vegetationshaus und seine praktische Erprobung. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 44.
- 1920, Kiefern-Dauerwaldwirtschaft. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 52.
- 1922, Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und sein Bedeutung. — Berlin.
- MÖLLER, C. M., 1923, Nyere tyske Driftsformer. — Dansk Skovforenings Tidsskr. 8. København.
- MÜLLER, H. O. F., 1921 a, Der Blendervald als Rohhumusbildner. — Silva, Jahrg. 1921. — 1921 b, Erwiderung. Ibidem 1921.
- MÜLLER, P. E., 1887, Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. — Berlin.
- 1924, Bidrag til de jyske Hedesletters Naturhistorie. Karup Hedeslette og beslægtede Dannelser. En pedologisk Undersøgelse. (Avec un résumé en français). — Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biolog. Meddel., IV: 2. København.
- NĚMEC, A. & KVAPIL, K., 1924, Biochemische Studien über die Azidität der Waldböden. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 56.
- 1925, Études sur les relations entre certaines propriétés physiques des sols forestiers et leur acidité. — Revue des Eaux et Forêts. Sept. 1925.

- NILSSON, A., 1902, Svenska växtsamhällen. — Tidskr. f. Skogshushållning 30. Stockholm.
- NORDFORS, G., 1923, Något om björken, dess förhållande till granen och dess roll inom särskilt den jämtländska fjällskogen. — Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift för år 1923. Stockholm.
- NORDHAGEN, R., 1920, Om nomenklatur og begrepsdannelse i plantesociologien. Forsøk til en diskussion paa logisk grundlag. — Nyt Mag. f. Naturv. LVII, 1919, Kristiania.
- ODÉN, S., 1919, Die Huminsäuren. Chemische, physikalische und bodenkundliche Forschungen. — Kolloidchemische Beihefte. Bd 11. Dresden och Leipzig.
- OLSEN, C., 1921, Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, særlig for Plantefordelingen i Naturen. — Medd. Carlsbergs Lab. 15. (Review by author in Science II, 54.)
- OLTMANN, FR., 1922, Pflanzenleben des Schwarzwaldes. — Freiburg im Breisgau.
- OSVALD, H., 1923, Die Vegetation des Hochmoores Komosse. — Svenska Växtsociol. Sällsk. Handl. I. (Akad. Abhandl.) Upsala.
- 1924, Markreaktion och vegetation på Valinge betesmarker. — Sveriges allmänna landbrukssällskaps skrifter n:o 24. Stockholm.
- PAGE, H. J., 1926 a, The nature of soil acidity. — Comptes rendus de la deuxième commission de l'association internationale de la science du sol. Vol. A. Groningen.
- 1926 b, The investigations of K. K. Gedroiz on base exchange and absorption. — Comptes rendus de la deuxième commission de l'association internationale de la science du sol. Vol. A. Groningen.
- PETRINI, S., 1921, Ett modärnt avverkningssystem. — Schirmkeilschlag contra Wagnerblädning. — Skogsvårdsföreningens tidskrift 19. Stockholm.
- Preussische Geol. Landesanst. 1908.
- RAMANN, E., 1911, Bodenkunde. 3:te Aufl. — Berlin.
- RAMM, S., 1911, Die waldbauliche Zukunft des württembergischen Schwarzwalds. Aus Württemberg. Unsere Forstwirtschaft im 20. Jahrhundert. — Tübingen.
- 1922, Die Bekämpfung der Klebsandbildung und die Kultur der Klebsandböden. — Silva, Jahrg. 1922.
- RANFFT, J., 1913, Zur Laubholz Mischung im Nadelholzwalde. — Tharandter forstl. Jahrb. 64.
- RAUNKIÆR, C., 1918, Recherches statistiques sur les formations végétales. — Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biolog. Meddel., I: 3. København.
- 1922, Forskellige Vegetationstypers forskellige Indflydelse paa Jordbundens Surhedsgrad (Brintionkoncentration). — Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biolog. Meddel., III: 10. København.
- REGELMANN, K., 1913, Blatt Wildbad. Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg. — Stuttgart.
- ROMELL, L.-G., 1922, Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. (Die Bodenventilation als ökologischer Faktor.) — Medd. fr. Stat. skogsförs.-anst. 19. Stockholm.
- 1924, Samspelet mellan olika produktionsfaktorer. — Skogsvårdsföreningens tidskrift 22. Stockholm.
- 1925, Om inverkan av växtsamhällenas struktur på växtsamhällsstatistikens resultat. (L'influence de la structure des groupements végétaux sur les relevés de la statistique phytosociologique.) — Botaniska Notiser 1925. Lund.
- 1926, Das Zusammenwirken der Produktionsfaktoren. — Jahrb. f. wiss. Bot. 65.
- RUBNER, K., 1925, Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Aufl. II. — Neudamm.
- SACHS, J., 1863, Beiträge zur Physiologie des Chlorophylls. II. Die Entleerung der Blätter im Herbst. — Flora 46, p. 200. Regensburg.
- SALISBURY, E. J., 1922, Stratification and Hydrogen-ion Concentration of the Soil in relation to Leaching and Plant succession with special reference to Woodlands. — Journal of Ecology 9:2. Cambridge.
- SCHOTTE, G., 1909, Verzeichnis der Versuchsflächen, welche 15 Juli in Jönäkers häradsallmanning besichtigt werden sollen. Förteckning öfver försöksytor I. — Stockholm.
- 1912, Sveriges virkesrikaste skogsbestånd. (Schwedens nutzholzreichster Waldbestand.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 9.
- 1915 a, Nyare principer för avverkningens utförande. — Skogsvårdsföreningens tidskrift 13. Stockholm.
- 1915 b, Berättelse över skogsavdelningens verksamhet åren 1912—1914 jämte förslag till program för treårsperioden 1915—1917. (Die Tätigkeit der Forstlichen Abteilung

- in den Jahren 1912—1914 nebst Vorschlag eines Programms für die Dreijahrs-periode 1915—1917.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 12. Stockholm.
- SCHOTTE G., 1917, Om skogsproduktionens höjande genom beståndsvårdsåtgärder. — Skogar och skogsbruk. Studier tillägnade FRANS KEMPE på hans sjuttioårsdag. — Skogsvårdsföreningens tidskrift 15. Bil. I. Stockholm.
- 1921, Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i södra Södermanland. — Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare II. Stockholm.
- 1922 a, Beskrivning över Siljansfors försökspark. — Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare IV. Stockholm.
- 1922 b, Beskrivning av Skogsförsöksanstaltens försöksytor i Skåne. — Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare V. Stockholm.
- 1924, Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens skogsavdelnings försöksytor i Väster-norrlands län. — Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare IX. Stockholm.
- SCHOTTLE, W., 1919, Beiträge zur Geologie und Bodenkunde des Bialowicer Waldes. — Bialowics in deutscher Verwaltung 5. Berlin.
- SCHWAPPACH, ., 1921, Rec. av WIEBECKE: Der Dauerwald. — Forstl. Rundschau 22: 4. Neudamm.
- SERNANDER, R., 1918 a, Förna och äfja. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. 40.
- 1918 b, Fiby urskog. — Sveriges Natur. Svenska naturskyddsföreningens årsskrift 9. Stockholm.
- SPINDLER, ., 1921, Blenderwald und Rohhumusbildung. — Silva 1921.
- Svensk författningssamling 1906, Bih. 37.
- Sveriges geolog. undersökning 22. Bladet Eriksberg med beskrifning af D. HUMMEL. 1867.
- SÜCHTING, H., 1925, Der Abbau der organischen Stickstoffverbindungen des Waldhumus durch biologische Vorgänge. — Forstw. Centralbl. 47.
- SÖRENSEN, S. P. L., 1909, Enzymstudier. II. Om Maalingen og Betydningen af Brintion-koncentrationen ved enzymatiske Processer. — Medd. Carlsbergs Lab. 8. København.
- 1912, Über die Messung und Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration bei biologischen Prozessen. — Ergebnisse der Physiologie. 12. 393.
- TAMM, O., 1917, Om skogsjordsanalyser. (Über Waldbodenanalysen.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 13—14. Stockholm.
- 1920, Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. (Bodenstudien in der nord-schwedischen Nadelwaldregion.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 17. Stockholm.
- 1921, Om berggrundens inverkan på skogsmarken. Med specialstudier inom Värmlands hyperittrakter. (Über die Einwirkung der festen Gesteine auf den Waldboden. Mit Spezialstudien in den Hyperitgegenden Värmlands.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 18. Stockholm.
- & PETRINI, S., 1922, Recension av »Ueber Waldtypen II, von A. K. Cajander och Y. Ilvessalo. (Acta forestalia fennica 20).» — Skogsvårdsföreningens tidskrift 20. Stockholm.
- 1926, The Experimental Forests of Kulbäcksliden and Svartberget in North Sweden. I. Geology. — Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare XI. Stockholm.
- TENGWALL, T. Å., 1920, Die Vegetation des Sarekgebietes. Erste Abteilung. — Naturwissenschaft. Unters. des Sarekgebirges in Schwedisch-Lappland, geleitet von Dr. Axel Hamberg, 3: 4. Stockholm.
- TREBELJAHR, ., 1920, Kieferndauerwaldwirtschaft. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 52.
- 1921, Kieferndauerwaldwirtschaft. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 53.
- TROLL, K., 1925, Ozeanische Züge im Pflanzenkleid Mitteleuropas. Freie Wege vergleichender Erdkunde. — Festgabe ERICH VON DRYGALSKI zum 60. Geburtstag. — München & Berlin.
- VALMARI, J., 1912, Untersuchungen über die Lösbarkeit und Zersetzbarkeit der Stickstoffverbindungen im Boden. — Anh. d. agrikulturwissenschaft. Gesellsch. in Finland. H. 3. Helsingfors.
- 1921, Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. — Acta forestalia fennica 20. Helsingfors.
- VATER, H., 1920, Der Kalkhalt des Bodens und die Buche. — Tharander forstl. Jahrb. 71.
- WAHLGREN, A., 1918, Böra vi ej bättre än hittills taga vård om våra lövträdstillgångar. — Skogen. Populär tidskrift utgiven av Svenska Skogsvårdsföreningen, årg. 5. Stockholm.
- 1922, Skogsskötsel, 2 uppl. — Stockholm.
- WAKSMAN, S. A., 1924, Influence of microorganisms upon the carbon-nitrogen ratio in the soil. — Journal of agricultural Science 14. Cambridge.
- WALLÉN, A., 1923, L'eau tombée dans la haute montagne de la Suède. — Geografiska annaler 1923. H. 1. Stockholm.

- WEIS, FR, 1924, Undersøgelser over Jordbundens Reaktion og Nitrifikationsevne i typiske danske Bøgeskove. — Dansk Skovforenings Tidsskrift 9. København.
- & BORNEBUSCH, C. H., 1915, Om Azotobaktens Forekomst i danske Skove, samt om Azotobakterprøvens Betydning for Bestemmelsen af Skovjorders Kalktrang. (Über das Vorkommen des Azotobacter in dänischen Wäldern, sowie über die Bedeutung der Azotobacterprobe für die Bestimmung des Kalkbedürfnisses der Waldböden.) — Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 4. København.
- WHERRY, E. T., 1922, Soil acidity preferences of some eastern conifers. — Journal of Forestry 20.
- WIBECK, E., 1909, Bokskogen inom Östbo och Västbo härad af Småland. Ett bidrag till Sveriges skogshistoria. (Der Buchenwald im Kreise Östbo und Västbo, Provinz Småland. Ein Beitrag zur Geschichte des schwedischen Waldes.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 6. Stockholm.
- WIEDEMANN, E., 1923, Zuwachsrückgang und Wuchstockungen der Fichte in den mittleren und unteren Höhenlagen der sächsischen Staatsforsten. — Aus d. Abtlg. f. Standortslehre u. d. botan. Abtlg. der forstl. Versuchsanst. Tharandt. Tharandt.
- 1924, Fichtenwachstum und Humuszustand. Weitere Untersuchungen über die Wuchstockungen in Sachsen. — Arb. aus der biol. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bd 13. H. 1.
- 1925, Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. — Braunschweig.
- WINOGRADSKY, S., 1925, Études sur la microbiologie du sol. — Ann. d. l'Inst. Pasteur 39, p. 299.
- Värmlands läns skogar jämte plan till en taxering av Sveriges samtliga skogar. Betänkande avgivet av Kommissionen för försökstaxering rörande virkeskapital, tillväxt m. m. av skogarna i Värmlands län. — Stockholm 1914.
- YLPÖ, A., 1917, PH-Tabellen enthaltend ausgerechnet die Wasserstoffexponentenwerte, die sich aus gemessenen Millivoltzahlen bei bestimmten Temperaturen ergeben. Gültig für die gesättigte Kalomel-Elektrode. — Berlin.

RESÜMEE.

Studien über die Humusdecke des Nadelwaldes, ihre Eigenschaften und deren Abhängigkeit vom Waldbau.

Vorwort. Als ich vor einer Anzahl Jahren die schwedischen Waldböden zu studieren begann, um womöglich Anhaltspunkte für eine Beurteilung ihrer Eigenschaften und deren Abhängigkeit von unsren waldbaulichen Massnahmen zu gewinnen, war es besonders eine Erscheinung, die meine Studien auf die Humusdecke hinlenkte: die auffallende Bedeutung der Waldbrände nicht nur für die Entwicklung, sondern auch für die Produktion der norrländischen Wälder. Die Waldbrände haben nicht nur oft, wenn auch nicht immer, die Verjüngung befördert; die auf dem gebrannten Boden zur Entwicklung gekommenen Bestände zeigen auch oft eine erstaunliche Wuchskraft, die um so bemerkenswerter erscheint wenn man sie mit dem schwachen Wuchs der Bestände auf seit langen Zeiten vom Feuer unberührtem, sonst aber — geologisch und physikalisch — anscheinend gleichartigem Boden vergleicht. Teilweise wurde diese Erscheinung aufgeklärt, als die Bedeutung des Brennens für die Nitrifikation im Boden nachgewiesen wurde, das Problem war aber damit nicht erledigt. Auch nachdem die Nitrifikation aufgehört hat, hält der gute Zuwachs der Bestände auf gebranntem Boden an. Die Frage erweitert sich also zu einem allgemeineren Problem, das auch die Eigenschaften verschiedener saurer, nicht nitrifizierender Humusformen und ihre waldbauliche Bedeutung betrifft. Die besagten Humusformen haben gewöhnlich die eine Rohhumusdecke auszeichnende physikalische Beschaffenheit. Die Studien kamen so auf ein Gebiet hinüber, das vielleicht das wichtigste der nordischen Waldbodenforschung ist, und gestalteten sich zu einer Untersuchung der verschiedenen Rohhumusformen unsrer Nadelwälder und der Beziehung ihrer Eigenschaften zum Waldbau.

Im Verlauf der Untersuchungen zeigte es sich bald, dass es von Bedeutung wäre, die in Schweden gewonnenen Ergebnisse mit den in Mitteleuropa, besonders in Gegenden mit zielbewusster Bodenpflege, wie gewissen württembergischen Revieren und dem Anhalter Gut Bärenthoren, gewonnenen Erfahrungen zu verknüpfen. Im Juni 1921 unternahm ich daher mit Unterstützung des Fonds für forstwissenschaftliche Forschung eine Studienreise nach Süd- und Mitteldeutschland und der Tschechoslowakei. Besucht wurden die Reviere Calmbach und Langenbrand im Schwarzwald, die Fürst-Schwarzenbergischen Wälder nahe Winterberg (Vimperk) im Böhmerwald, das Rittergut Bärenthoren in Anhalt und Eberswalde in Preussen. Es ist mir ein Vergnügen, die grosse Freundlichkeit und das ausserordentliche Entgegenkommen zu erwähnen, die mir überall zu Teil wurden. Insbesondere zu Dank verpflichtet fühle ich mich den Herren Dr. RAMM (Calmbach), Dr. EBERHARD (Langenbrand), Prof. Dr. KAREL DOMIN (Prag), Dr. BUDINSKY (Winterberg), Forstdirektor WENHARD (Winterberg) und Kammerherrn VON KALITSCH (Bärenthoren). Unter den Herren Kollegen, die meine Reise förderten, erreicht einen, mit

dem ich einschlägige Fragen auseinanderzusetzen Gelegenheit hatte, mein Dank nicht mehr: Herrn Prof. Dr. ALBERT MÖLLER in Eberswalde. Ich habe ihn an einem schönen Spätsommertage in seinem Heim in Eberswalde besucht und mit ihm im Versuchsgarten die »Humusfrage« und den »Dauerwald« diskutiert. Im Spätherbst 1922 wurde Prof. MÖLLER, durch die Folgen einer in der Regel gefahrlosen Operation, jählings aus einer eifrigen Forschungstätigkeit herausgerissen. In meinen Gedächtnis steht er da als einer der hervorragendsten Forscher auf dem waldbiologischen Gebiet in Deutschland.

Im Herbst 1924 trat Herr Prof. WIEDEMANN in Tharandt mit mir bezüglich meines Besuchs in Bärenthoren in Verbindung. Prof. WIEDEMANN war damals mit Untersuchungen über »Dauerwälder« beschäftigt. Meine Untersuchungen vom Sommer 1921 wurden in der Folge an Humusproben, die durch Prof. WIEDEMANN eingesammelt und an die schwedische Versuchsanstalt eingesandt wurden, vervollständigt. Einen Bericht über diese Untersuchungen habe ich im verflossenen Sommer in WIEDEMANN's Arbeit »Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes« veröffentlicht. Die Ergebnisse sind jedoch auch in die vorliegende Abhandlung aufgenommen.

Kap. I. Die Beziehung der mitteleuropäischen Waldbodenforschung zu unseren forstlich bodenkundlichen Problemen. Ohne Übertreibung dürfte man sagen können, dass die Auffassung der europäischen Forstmänner betreffs der Eigenschaften, die einen guten Waldboden auszeichnen, in vielen Hinsichten auf die klassischen und in ihrer Art bis jetzt unerreichten Studien P. E. MÜLLERS über die Mull- und »Mor«-Bildung in den Eichen- und Buchenwäldern und Heiden Dänemarks gegründet ist. Die Probleme jedoch, die der nordische Nadelwaldboden bietet, können nur in beschränktem Masse durch die Untersuchungen MÜLLER's beleuchtet werden. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass das Klima und sein Einfluss auf den Boden in Dänemark wesentlich anderer Art sind als in Schweden und besonders in Nordschweden. In Dänemark, mit Ausnahme von Westjütland, ist der klimatisch bedingte Bodentypus die Braunerde. Dasselbe gilt auch für grosse Teile von Deutschland. In Schweden ist dagegen der Podsol der vorherrschende Bodentypus. An die Braunerde schliesst sich in natürlicher Weise die Humusform an, die Mull genannt wird, an den Podsol ebenso natürlich der Rohhumus. Der Waldbau arbeitet daher in Schweden unter anderen, von der Natur bestimmten Bodenverhältnissen als in Deutschland oder in Dänemark, dem Heimatland der forstlichen Bodenforschung. Der für die schwedischen Wälder normale Boden- und Humustypus wird nämlich von den dänischen und mitteleuropäischen Forstmännern als eine abnorme Erscheinung betrachtet, als ein Zeichen eines krankhaften Zustandes im Boden und eines herabgesetzten Produktionsvermögens.

Kap. II. Der Bodenzustand im mitteleuropäischen und im nordschen Urwald. Von Urwäldern sind nicht viele übrig in Mitteleuropa, eigentlich nur in den östlichen Teilen, wie in den Karpathen, in Litauen, im nordwestlichen Russland. Am bekanntesten und gleichzeitig am besten zugänglich ist die vom Fürsten Adolf von Schwarzenberg eingerichtete Reservation auf dem Berg Kubani im Böhmerwald, unweit der bayrischen Grenze, die zuerst und am vollständigsten von GÖPPERT (1868) beschrieben worden

ist. Während einiger Tage im Juni 1921 habe ich Gelegenheit gehabt, den Kubani-Urwald zu studieren.

Mit dem Namen Urwald, einem Walde also, in dem man nichts wegnimmt, sondern alles, was produziert wird, zum Boden wiederkehrt, verbindet man gern die Vorstellung von tiefen, mächtigen Humusschichten. Man sollte meinen, dass solche im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende gebildet worden sein und dank der üppigen Vegetation andauernd erhalten bleiben müssten. Der Kubani-Urwald zeigt indes ein ganz anderes Bild. Wo in den Bestand Buche eingemischt ist, wird der Boden von einer dünnen Schicht dürre, brauner Buchenblätter bedeckt, die mit Abfällen der Nadelbäume vermischt ist. Im Juni 1921 war die Streudecke nur von zwei Jahrgängen Buchenlaub gebildet. Die unteren Blätter waren bis auf ein dürres Blattadergerüst vollständig verweset. Darüber lag das vorjährige Laub in einer ununterbrochenen, aber lockeren Schicht. Diese dünne, nur ein paar cm dicke Streudecke war dem Boden lose aufgelagert, sie war nicht durch Pilzhyphen oder Wurzeln zusammengewoben. Unter der Streudecke fand sich eine Mullschicht von 5-6 cm Mächtigkeit, die allmählich in eine schwach mit Mull vermengte Braunerdeschicht überging. Von Bleicherde fand sich keine sichtbare Spur. Sowohl die schnelle Zersetzung des toten Laubes wie die relativ geringe Mächtigkeit der Mullschicht zeugen dafür, dass im Urwald beinahe Gleichgewicht herrscht zwischen der Produktion von Pflanzenabfällen und dem Abbau derselben zu der Vegetation zugänglichen Nährstoffen: Kohlensäure, Wasser, Salzen. Zu den Zersetzungsprodukten gehören aus Nitraten. Die ziemlich reiche Kräuter- und Grasflora zeigte in der Regel grossen Salpetergehalt in den Geweben. Nur wo Baumstämme sich auf dem Boden angehäuft hatten, fanden sich grössere Massen vermoderter organischer Reste. Der jährliche Laub- und Nadelabfall wird dagegen schnell zersetzt. In dieser Tatsache, nicht im Vorhandensein mächtiger Mullager, hat man den Grund des guten Bodenzustandes im Urwald zu suchen.

In Kubani gibt es aber ein kleineres Gebiet von anderer Natur. Auf einer Fläche von etwas weniger als einem Hektar fehlt die Buche im Bestande. Die Mullschicht ist hier durch einen typischen Rohhumus ersetzt. Die lebende Bodendecke ist aus *Hylocomium proliferum*, *Polytrichum commune*, Polstern von *Sphagnum* und Heidelbeersträuchern zusammengesetzt. Unter der lebenden Bodendecke findet sich eine ziemlich mächtige, torfähnliche Vermoderungsschicht (vgl. S. 516) und unter dieser eine stärker zersetzte Humusstoffschicht (vgl. S. 517). Das Ganze erinnerte stark an die Rohhumusdecke, die wir in unseren alten norrländischen Fichtenwäldern zu finden gewöhnt sind. Im Urwald des Kubani ist somit die Mullbildung an das Vorkommen der Buche geknüpft. Wo diese fehlt, trifft man eine Rohhumusdecke von nordischem Typus an. Die Bedeutung der Buche für eine günstige Mullbildung ist auch auf den Fürst-Schwarzenbergischen Domänen waldbaulich genau beachtet worden. Zehn Prozent der Stammanzahl wird als genügend angesehen, um einen guten Humuszustand zu sichern.

Der mitteleuropäische Forstmann dürfte durchgehend die Auffassung haben, dass der Urwald sich durch einen vorzüglichen Bodenzustand auszeichnet, und dass er deshalb ein leicht zu verjüngender Waldtypus ist. Man vergleiche dazu L. CERMAK (1910 S. 368), ENGLER (1904), CHRIST (1902), SCHOTTLER

(1919 S. 335), auch die Schilderungen CAJANDERS (1903, 1904) von der Vegetation der Urwälder um den Lena-Fluss in Sibirien herum.

In schroffem Gegensatz zu diesen Urwäldern in Mitteleuropa oder Ostsibirien, mit gutem Bodenzustand, stehen unsre schwedischen Urwälder von Kiefer und Fichte. Die dominierende Vegetation ist aus Moosen und Zwergsträuchern zusammengesetzt, die besonders in den klimatisch kärgeren Teilen des Landes die Bildung von mächtigen Rohhumusschichten veranlassen können, die den Zuwachs des Waldes herabsetzt und seine Verjüngung erschwert. Klima und Vegetation sind beide sozusagen auf die Bildung von Rohhumus gerichtet. In der Urwaldreservation Hamra, wo der Bestand nie von der Axt berührt worden ist und wo seit langen Zeiten kein Feuer die Entwicklung beeinflusst hat, ist die Rohhumusdecke dezimeterdick, zäh und fest wie in manchem irrationell durchgeplanten norrländischen Fichtenwald. Um den untern Teil des Stor-Uman herum, wo der Fichtenwald vielerorts Urwaldcharakter hat, erreicht die Rohhumusdecke oft eine Mächtigkeit bis zu 40 cm und erschwert in hohem Grad die Verjüngung des Waldes (vgl. Fig. 74 S. 489).

Überhaupt ist ein Bodentypus mit einer Rohhumusdecke und darunter Bleicherde und Rosterde der für die schwedischen Nadelwälder normale, während er in Mitteleuropa als ein Zeichen der beginnenden Entartung des Bodens betrachtet wird. Nur wo der Boden besonders reich an leichtzugänglichem Kalk ist, wird der Bodentypus ein anderer. Die Rohhumusdecke kann aber von sehr verschiedenem Charakter sein, nicht nur je nach der wechselnden Beschaffenheit des mineralischen Bodens, sondern auch je nach Klima, Zusammensetzung, Alter und Behandlung der Bestände.

Kap. III. Die Einwirkung der waldbaulichen Massnahmen auf die Bodenbildung nach mitteleuropäischer Auffassung. Von dem guten Bodenzustand ausgehend, den man im Urwald feststellen zu können geglaubt hat, haben vor allem deutsche Forstmänner die Tatsachen, dass der Kulturwald oft von Rohhumusbildungen belästigt, dass dort der Bodenzustand oft weniger gut und die Verjüngung erschwert ist, auf das Schuldkonto des modernen Waldbaus gesetzt. Den Grund der Überlegenheit des Urwaldes, mit dem Kulturwald verglichen, sucht man in der Regel in dem Kahlschlagbetrieb und in dessen — wirklich oder vermeintlich — unvorteilhafter Einwirkung auf den Boden. Ich bin hingegen geneigt, den guten Bodenzustand im mitteleuropäischen Urwald darauf zurückzuführen, dass dieser eine grössere Anzahl von Baumarten enthält, darunter Laubbölzer als einen natürlichen und konstanten Bestandteil. Die Urwälder, von denen man seine Erfahrungen über den Bodenzustand des Urwaldes hergenommen hat, sind in der Hauptsache Mischwälder gewesen, wo die Laubbäume eine wichtige Rolle gespielt haben, so die kleinen Urwaldreste im Hasli-Tal und Obwalden (CHRIST 1902), der Urwald von Bialowics (trotz der Begünstigung der Nadelbäume durch das Wild, vgl. LAUTENSCHLÄGER 1917 S. 88—89), die bosnischen Urwälder (CERMAK 1910; in grösseren Höhen scheinen jedoch hier reine Fichtenwälder mit hohen Heidelbeersträuchern vorzukommen, vgl. BECK VON MANNAGETTA 1901 S. 346). Wo Laubbäume fehlen, wird Rohhumus gebildet, sofern das Klima und der Boden so beschaffen sind, dass ein Rohhumus entstehen kann (Kubani, vgl. oben). Die mangelnde Rohhumusbildung in den reinen Kiefernwäldern

in Bialowics ist auf die besonderen Klima- und Bodenverhältnisse zurückzuführen. Die Bodenvegetation dieser Kiefernwälder wird von einer Reihe wärme- und kalkliebender Pflanzen gebildet (Beispiele S. 182 unten, vgl. weiter GRAEBNER 1918 S. 233). Auf kalkhaltigem Boden und in einem kontinentaleren Klima kann also auch der reine Nadelholzwald rohhumusfrei sein.

Von mehr fraglicher Bedeutung für den Bodenzustand sind einige andere Eigenschaften des Urwaldes, die Ungleichaltrigkeit, die stete Beschattung des Bodens, Eigenschaften, die auch dem Plenterwald zukommen, weshalb auch dieser von vielen deutschen Autoren im Gegensatz zum gleichaltrigen Kulturwald (Kahlschlagbetrieb) als einen guten Bodenzustand sichernd betrachtet wird. In den wenigsten Fällen stützt sich diese Auffassung auf durchdachte Untersuchungen, so bei EHRENBERG (1922 S. 74—92) und BURGER (1922 S. 71—218). Bekannt sind die Wuchsstockungen in Sachsen, die in den letzten Jahren eine rege Diskussion veranlasst haben (vgl. DEICKE 1912, RANFT 1913, BERNHARD 1914, MARTIN 1920, VATER 1920 und besonders WIEDEMANN 1923). Als Abhilfe gegen die durch einen einseitigen Waldbau hervorgerufenen Nachteile wird gewöhnlich die Einführung von Laubhölzern, vor allem der Buche, in die Nadelwaldbestände empfohlen. Die Forscher, die den Kahlschlagbetrieb an sich als bodenverderbend ansehen, führen der Hauptsache nach an, dass der Boden dadurch verhärtet und seine Durchlässigkeit für Luft und Wasser herabgesetzt wird, wodurch bei starkem Niederschlag, vor allem im Winter, das Wasser stagniert und Sauerstoffmangel im Boden eintritt. Dies kann eine Zerstörung der Mullschicht und eine Bildung von Rohhumus zur Folge haben. Mit der Rohhumusbildung geht dann eine vermehrte Auswaschung der oberen Schichten des Bodens einher, die zur Entstehung von Bleicherde und Ortstein führen kann. Gegen diese Auffassung sind schwerwiegende Einwände erhoben worden, von forstlicher Seite z. B. von SCHWAPPACH (1921) und TREBELJAHR (1920, 1921), botanischerseits von KÄSTNER (1921), der entschieden bestreitet, dass der Kahlschlag an sich Rohhumusbildung hervorruft. Es sei eher das Gegenteil wahr, weil die Vegetation der Kahlschläge grossenteils aus Pflanzen besteht, die KÄSTNER im Anschluss an RAMANN (1911 S. 208) und P. E. MÜLLER (1887 S. 49) als direkte Rohhumuszerstörer ansieht. Vielmehr wäre nach KÄSTNER die Rohhumusbildung eine Folge des Charakters der Bestände und der speziellen Beschaffenheit der Pflanzenabfälle.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Mull den normalen klimatisch bedingten Waldbodentypus in Mitteleuropa darstellt, wenngleich der Rohhumus keine seltene Erscheinung ist, und dass es eine offene Frage ist, in welcher Ausdehnung die erstere, günstigere Humusform durch unzweckmässige Waldbauformen in die letztere verwandelt werden kann.

Kap. IV. Untersuchungsmethoden. 1. *Lokalitätsbeschreibung.* Da die ganze Untersuchung ein starkes ökologisches Gepräge hat, habe ich es für zweckmässig erachtet, die Lokalität, wo eine gewisse Humusprobe eingesammelt worden ist, durch eine Vegetationsbeschreibung zu charakterisieren. Die Abfälle der Pflanzenwelt sind das Hauptmaterial der Humusbildung und bestimmen wesentlich deren Charakter. Gleichzeitig beeinflusst die Humusdecke die Vegetation. Es besteht also zwischen Vegetation und Pflanzendecke eine intime Wechselwirkung, deren Erforschung und richtiges Ver-

ständnis von entscheidender Bedeutung für einen rationellen Waldbau ist. Das klassische Beispiel solcher Forschungsarbeit ist P. E. MÜLLERS Untersuchung der natürlichen Humusformen in den Eichen- und Buchenwäldern Dänemarks.

Die Vegetationsbeschreibung (Kap. XV) bildet daher einen wichtigen Teil der Darstellung in vorliegender Abhandlung. Als Analysenmethode ist in grosser Ausdehnung die statistische Methode nach RAUNKJÆR verwendet worden. Die $\frac{1}{10}$ qm grossen Probeflächen wurden mittels des von RAUNKJÆR (1918 S. 60) vorgeschlagenen an einem Stock befestigten einfachen Instrumentes abgegrenzt. Neben dem Frequenzprozent wurde auch die Deckung als Arealprozent bestimmt, was durch Schätzung in Zehnteln der einzelnen Probefläche geschieht. Die Schätzung wird erleichtert durch die festen Vergleichsmasse (Kreissektoren) am Instrument. Neben dieser Methode ist auch die HULT-SERNANDERSche, oft um Zeit zu sparen, verwendet worden.

2. *Einsammeln und Aufbewahren der Bodenproben.* Die Bodenproben sind am Einsammlungsort in reine Säckchen aus Leinwand gebracht worden, in denen sie dann womöglich in naturfeuchtem Zustand bis zur Bearbeitung aufbewahrt wurden. In der Regel hat die Untersuchung nur nach einem Monat oder noch mehr erfolgen können. Dieser Umstand ist jedoch von untergeordneter Bedeutung, da die Humusproben während der Aufbewahrung nicht oder nur wenig ihre charakteristischen Eigenschaften verändern. So z. B. ändert sich der Aziditätsgrad nur sehr langsam, weil die Humusproben sehr reich an Pufferstoffen sind. Eine Aufbewahrung während eines Jahres in Blechbüchsen hat die Reaktionszahl von Rohhumusproben nicht nachweisbar verändert.

3. *Untersuchung der sauren und basischen Eigenschaften der Humusdecke.* Die verwendete Apparatur (vgl. Fig. 2 S. 194) ist die von SÖRENSEN, nur dass statt der 0,1-n Kalomelelektrode von SÖRENSEN die gesättigte Kalomelelektrode nach MICHAELIS verwendet worden ist, um nach Bestimmen der EMK in Millivolt das p_H direkt den Tafeln YLPPÖS (1917) entnehmen zu können. Zum Schliessen der elektrolytischen Kette zwischen Wasserstoff- und Kalomelelektrode ist eine gesättigte Kaliumchloridlösung verwendet worden. Die Apparatur ist hin und wieder an einer genau bekannten Standardlösung (SÖRENSEN 1909 S. 38) geprüft worden.

Wegen des öfters sehr geringen Elektrolytgehalts der Humusextrakte musste, um hinreichend scharfe Bestimmungen zu erhalten, die Leitfähigkeit durch Zusatz eines Tropfens 1-n KCl-Lösung pro 10 cm Humusextrakt erhöht werden. Tab. 1 S. 195 zeigt, dass das p_H durch diesen Zusatz (NB zum Extrakt! vgl. unten) in keiner bestimmten Richtung verändert wird.

Ausser dem durch das p_H ausgedrückten aktuellen Aziditätsgrade wurde auch die potentielle Azidität durch elektrometrische Titration nach BJERRUM & GJALDBÆK (1919) bestimmt. Eine Quantität der Humusprobe, 5 g Trockensubstanz (bei 98°) entsprechend, wurde abgewogen und in 200 ccm 0,1-n KCl-Lösung aufgeschlämmt. Die Aufschwemmung wurde 24 Stunden stehen gelassen, und dann die Titration mit 0,1-n NaOH und 0,1-n HCl vorgenommen. Die Titrierflüssigkeiten wurden in Portionen von 1 ccm zugeetzt, die Mischung jedesmal mit einem Glasstab gut umgerührt und das p_H bestimmt, unter Verwendung von HILDEBRAND's (MICHAELIS 1914 S. 168) Elektrode. In diesem Fall, wo die KCl-Lösung auf die ganze Probe einwirkt, bewirkt sie immer eine Erniedrigung der Reaktionszahl (p_H), den Befunden CHRISTENSEN's & JENSEN's (1923) entsprechend.

Die elektrometrische Titration gibt Aufschluss über den Gehalt der Humusprobe an basischen und sauren Pufferstoffen. Wenn der Aziditätsgrad (die Reaktionszahl, p_H) bei dem gestaffelten Zusatz der Titrierflüssigkeit nur langsam verändert wird, ist der Gehalt an den entsprechenden Pufferstoffen gross, bei schneller Reaktionsänderung ist er klein. Die Titration mit Base zeigt den Gehalt an sauren, die mit Säure den an basischen Pufferstoffen.

4. *Feuchtigkeitsbestimmung.* Die nötigen Feuchtigkeitsbestimmungen sind an etwa 15 ccm grossen Proben ausgeführt worden. Das Trocknen wurde bei einer Temperatur von 95—98° C ausgeführt.

5. *Humusbestimmung.* Der Humusgehalt ist meist durch den Glühverlust bei 98° getrockneter Proben bestimmt worden. Für die Bestimmungen wurden 5—20 g Substanz verwandt. Humusärmere Mullböden wurden im Verbrennungsrohr verbrannt, die gebildete CO_2 nach VESTERBERG aufgesammelt und bestimmt und aus ihrer Menge der Humusgehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 0,471 (vgl. TAMM 1917 S. 252—253) berechnet.

6. *Kalkbestimmung.* Die Kalkbestimmung ist von besonderem Interesse wegen der Beziehung zwischen Kalkgehalt und p_H . Die grösste Bedeutung hat der leichtlösliche sog. assimilierbare Kalk. Um seine Menge zu bestimmen, habe ich die Methode der absorptiven Verdrängung mittels Chlorammonlösung benutzt. In den Tabellen sind die gewonnenen Werte als CaO_{ass} angegeben. Für diese Bestimmungen wurden Proben, entsprechend 12,5 oder 25 g Trockensubstanz, mit 150 oder 250 ccm 10 %-iger Chlorammonlösung extrahiert, bisweilen sogar mit 350 ccm, wenn das — bei Rohhumusproben — nötig war, um eine abfiltrierbare Flüssigkeitsmenge zu erhalten. Die Extraktion wurde auf dem Wasserbad vorgenommen und dauerte 3 Stunden. Der Kalk wurde als Oxalat gefällt und entweder gewichtsanalytisch als CaO oder auch titrimetrisch bestimmt.

Der in den Tabellen als CaO_{tot} bezeichnete Kalkgehalt ist durch Extraktion der Asche mit 10 %-iger HCl ermittelt worden.

7. *Stickstoffbestimmung.* Der totale Stickstoffgehalt (N_{tot} in den Tabellen) wurde nach KJELDAHL bestimmt, unter Anwendung von Phenol zur Reduktion des Salpeterstickstoffes (vgl. Svensk författningssamling 1906 Bih. 37, § 17 h). Für die Bestimmungen wurde im allgemeinen 1 g Boden verwandt.

8. *Ammoniakbestimmung.* Die Bestimmung des Ammoniaks in Bodenproben ist schwierig, einerseits weil der Ammoniak stark sorbiert wird und andererseits, weil stärkere Eingriffe, wie sie zur Freimachung des sorbierten Ammoniaks nötig sind, leicht H_3N auch aus Verbindungen wie den Eiweissstoffen und deren Destruktionsprodukten abspalten. Da die vorgeschlagenen komplizierteren Methoden, um die Schwierigkeiten zu umgehen, nach BARTHEL & BENGTTSSON (1918 S. 354—358) keine besseren Resultate als die älteren einfacheren ergeben haben, habe ich nur die Methoden von BOUSSINGAULT und SCHLÖSING geprüft.

Für die Bestimmung ist 10 g Substanz benutzt worden. Die Probe wurde während einer Stunde mit 100 ccm 0,1-n HCl geschüttelt, das Filtrat mit MgO gekocht, der freigemachte Ammoniak in 0,1-n Schwefelsäure aufgefangan und seine Menge durch Titration mit 0,1-n Natronlauge bestimmt. Doppelpuben haben im allgemeinen gute Übereinstimmung ergeben.

Die Fähigkeit der Methode, aus dem Boden den sorbierten Ammoniak auszuziehen, habe ich wie BARTHEL und BENGTTSSON (1918, 1924) u. a. in der

Weise untersucht, dass ein Ammonsalz von vornherein dem Boden zugesetzt und dann untersucht wurde, wieviel von dem zugesetzten Ammoniak durch die Analyse wiedergefunden werden konnte. Tabelle 2 S. 202 zeigt, dass man stets mit einem Verlust von Ammoniak rechnen muss. Im allgemeinen beträgt dieser Verlust einige %, in einem Fall übersteigt er jedoch 10 %. Für meine Zwecke erscheint die Methode trotzdem hinreichend genau, besonders da die Methode zu vergleichenden Untersuchungen verwendet worden ist und zwar vornehmlich über das Ammoniakbildungsvermögen, wobei der Ammoniakgehalt vor und nach der Aufbewahrung (3 Monate, in Erlenmeyerkolben bei Zimmertemperatur) nach derselben Methode bestimmt wurde. Zudem werden Schlüsse nur aus ziemlich grossen Unterschieden im Ammoniakbildungsvermögen gezogen.

9 *Salpeterbestimmung.* Der Salpetergehalt des Bodens wurde nach GRANDVAL, LAJOUX und REITMAIR (vgl. HESSELMAN 1917 a. S. 323) kolorimetrisch bestimmt. Eine Verfärbung des Humusextraktes durch lösliche Humusstoffe konnte fast immer mittels Kalkmilch beseitigt werden. Bisweilen wurden einige Tropfen Kaliumpermanganat zugesetzt. Wie beim Ammoniakstickstoff galten auch hier die Untersuchungen vor allem der Bildungsgeschwindigkeit, die durch Salpeterbestimmung vor und nach der Aufbewahrung während 3 Monate in genannter Weise ermittelt wurde. Betreffs der Anwendung der Methode vgl. weiter HESSELMAN 1917 a S. 321—323.

Mangelndes Nitrifikationsvermögen kann durch Mangel an Nitrifikationsorganismen, Mangel an gewissen für den Prozess oder die ihn bewirkenden Organismen notwendigen Stoffen oder durch ungünstige Beschaffenheit des stickstoffhaltigen Rohmaterials bedingt sein. Um diese verschiedenen Möglichkeiten zu prüfen, sind Versuche mit Zuführung teils von Nitrifikationsorganismen, teils von verschiedenen Stoffen, teils von beiden gleichzeitig gemacht worden. Die Nitrifikationsorganismen wurden nicht etwa als Reinkulturen zugeführt, sondern es wurde als Infektionsmaterial ein stark nitrifizierender Humus von einem Kahlschlag in Jönåkers häradsallmanning in der Provinz Södermanland benutzt. Das Nitrifikationsvermögen der Impferde an sich wurde in jeder Serie besonders bestimmt, so dass der entsprechende Wert von dem in den geimpften Proben gefundenen abgezogen werden kann. Das Verhältnis zwischen Impferde und geimpfter Erde betrug im allgemeinen 1:9, dem Gewicht nach gerechnet.

10. *Die Darstellung der Analysenergebnisse.* Die Analysendaten sind teils auf das Trockengewicht der Bodenprobe (Definition, siehe oben), teils auf den Humusgehalt bezogen worden. Erstere Werte werden direkte, letztere umgerechnete benannt.

Die Gehalte an Ammoniak- und Salpeterstickstoff sind in mg Stickstoff pro kg Trockensubstanz der Bodenprobe, bzw. pro kg Humus, angegeben.

Derjenige Prozentsatz des Totalstickstoffs, der als Ammoniak- bzw. Salpeterstickstoff vorliegt, wird Ammoniak- bzw. Salpeterkoeffizient genannt.

Folgende Bezeichnungen sind in den Analysentabellen verwendet worden:

Totalstickstoff	(vgl. oben 7).....	N _{tot}
Assimilierbarer Kalk	(» » 6).....	CaO _{ass}
Totaler Kalkgehalt	(» » 6).....	CaO _{tot}
Ammoniakstickstoff	(» » 8).....	Am-N

Salpeterstickstoff (vgl. oben 9).....	S-N
D:o nach Infektion (» » 9).....	S-N _{inf}
Ammoniakkoeffizient	Am-N _{koeff}
Salpeterkoeffizient	S-N _{koeff}
Infektionserde	Inf. jord
3 Monate aufbewahrt (vgl. oben 8 und 9)	3 mån. lagr.
Glühverlust	Glödf.
Prozentisch auf Trockengewicht der Bodenprobe bezogen.....	dir.
D:o auf den Humusgehalt der Probe bezogen	omr.

Kap. V. Nomenklatur. Da die Übersetzung der Termini vielfach schwer fällt, wird in der folgenden Übersicht zunächst der schwedische Terminus gegeben und nur gelegentlich die deutsche Übersetzung in Klammern hinzugefügt. Die von mir gebrauchte Nomenklatur schliesst sich zum grossen Teil, aber nicht vollständig, an die Vorschläge eines Komitees an, das anlässlich des Kongresses des nordischen Landwirtschaftsforscher in Götting 1923 tagte.

Jord. Eine lockere, aus organischen oder anorganischen Bestandteilen zusammengesetzte Masse, die auf der Erdoberfläche gebildet worden ist (Gegensatz: Gestein).

Jordart. Geologische Ablagerung mit lockerer Struktur (Gegensatz: Gestein).

Jordmån. Der Teil der Erdkruste, der durch die direkte und indirekte Einwirkung des Klimas verändert worden ist, so dass er sich vom Untergrund chemisch und physikalisch unterscheidet. In die indirekte Einwirkung des Klimas ist vor allem diejenige der Vegetation einbezogen.

Mark. Der von der Atmosphäre oder Hydrosphäre direkt berührte Teil einer Gesteins- oder Bodenart der Erdkruste, in dem die Vegetation Gehalt hat oder haben könnte.

Förna. Die unveränderten toten Überreste oder Abfallsprodukte des Pflanzen- oder Tierreiches.

Humus. Die Gesamtheit der organischen Reste von Pflanzen und Tieren, die dem Boden einverleibt worden und dort Umwandlungsprozessen unterworfen sind.

Humusämnen (Humusstoffe). Gelbbraun bis dunkelbraun gefärbte Stoffe (von unbekannter Konstitution), die bei der Zersetzung der organischen Substanz (in der Natur oder im Laboratorium) entstehen. Sie haben grosse Affinität zum Wasser und zeigen, falls sie nicht in Wasser gelöst oder dispergiert werden können, eine deutliche Quellung. Das aufgenommene Wasser kann nur teilweise durch Verdunstung entfernt werden (hauptsächlich nach ODÉN 1919).

Humussyror (Humussäuren). Humusstoffe, die Wasserstoffionen abspalten und mit starken Basen unter Wasseraustritt Salze bilden können.

Humuslagret, Humustäcket (Humusschicht, Humusdecke). Die mehr oder weniger lockere Schicht im oberen Teil des Bodenprofils, die Humus in solcher Menge enthält, dass dieser in entschiedenem Grad ihren Charakter bestimmt.

Förmultningsskiktet (Vermoderungsschicht). Diejenige Schicht der Humusdecke, die zu sehr grossem Teil aus in Zersetzung begriffenen Pflanzenresten besteht.

Humusämneskiktet (Humusstoffschicht). Die Schicht der Humusdecke, deren Humus überwiegend aus fertiggebildeten amorphen Humusstoffen besteht. Die Unterscheidung der genannten zwei Schichten betrifft sowohl Mull wie Mor (vgl. unten) und Rohhumus. Ich habe keinen Grund gefunden, in Mull, Mor und Rohhumus zwischen Verfaulen und Verwesung zu unterscheiden. In den Tabellen wird die Vermoderungsschicht mit F, die Humusstoffschicht mit H bezeichnet.

Råhumus (Rohhumus). Durch Pilzhypphen, Myzelfäden oder höhere Pflanzen (z. B. Zwergsträucher) filzartig zusammengewobene Humusdecke, die von der Mineralerde deutlich unterschieden werden kann. Die Vermoderungsschicht ist oft mächtig und immer filzig, die Humusstoffschicht ist nur wenig mit Mineralerde vermischt.

Mår (nach dem dänischen Mor; im deutschen Text in der Fortsetzung so genannt). Lockere, durch Pilzhypphen wenig zusammengewobene Humusdecke. Die Vermoderungsschicht ist dünn und immer von ziemlich lockerer Struktur, die Humusstoffschicht gewöhnlich dünn und nur wenig mit Mineralerde vermischt.

Mull (Mull). Humusschicht von ausgeprägter Krümelstruktur, Vermoderungsschicht meistens dünn, immer locker und oft von Krümelstruktur, Humusstoffschicht von stark wechselnder Mächtigkeit, immer von Krümelstruktur und mehr oder weniger mit Mineralerde vermischt.

Kap. VI. Die geographische Verteilung des Untersuchungsmaterials. Siehe die Karte Fig. 3 S. 209 und die Übersicht S. 210—211.

Kap. VII. Die Reaktionszahl p_H der Humusdecke verschiedener Waldtypen und ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Bestandes. 1. *Die Reaktionszahl der verschiedenen Schichten des Bodenprofils.* Bei aller bodenkundlichen Forschung ist es sehr wichtig, die verschiedenen Schichten auseinanderzuhalten, die man in jedem natürlichen Boden unterscheiden kann, so auch hier. Es haben sich auch zwischen den verschiedenen Schichten des Bodenprofils charakteristische Unterschiede in der Reaktionszahl gezeigt. So hat in der Humusdecke die Vermoderungsschicht gewöhnlich eine höhere Reaktionszahl als die Humusstoffschicht (vgl. Text-tabelle S. 212), erstere Schicht ist also in der Humusdecke des Nadelwaldes gewöhnlich weniger sauer als letztere. Wahrscheinlich gilt dies auch in dem mit Laubbäumen gemischten Nadelwald, obgleich hier die sich aus der zitierten Tabelle ergebende Differenz durchaus unsicher ist. Genannte Regel gilt sowohl für die Kulturwälder des Schwarzwalds (Fichte und Tanne) wie für die Fichten-, Kiefern- und Mischwälder des mittleren Schwedens und Norrlands.

Die Mineralerde unter der Humusdecke hat gewöhnlich eine andere Reaktionszahl als diese (Tabelle S. 213.). Das typische Verhalten in einem normalen Podsolprofil ist, dass unter allen Schichten die Humusstoffschicht die sauerste ist, dass also der Aziditätsgrad von dort sowohl nach oben, nach der Vermoderungsschicht, wie nach unten, in der Mineralerde, abnimmt. In der Mineralerde nimmt gewöhnlich die Azidität nach unten von Schicht zu Schicht ab, so dass der Untergrund beinahe neutrale Reaktion hat. Abweichungen von diesen Regeln scheinen mit von höheren Niveaus durchsickerndem Wasser

und mit der Einmischung von Laubbäumen im Bestande (wodurch die Reaktionszahl der Humusdecke erhöht wird) in Zusammenhang zu stehen. Auch Verjüngungsflächen verhalten sich oft abweichend.

2. *Die Reaktionszahl der Humusdecke in verschiedenen Waldtypen.* Das hauptsächlich vorliegende Material von p_H -Bestimmungen der Humusdecke ist in der Tabelle 3, S. 216—219, nach Waldtypen geordnet, zusammengestellt. Jeder Vertikalstrich bezeichnet eine Bestimmung. Der Tabelle kann man also direkt die Häufigkeit der verschiedenen p_H -Werte in der betreffenden Bodenschicht eines bestimmten Waldtypus entnehmen, somit auch die Variation. Bestimmungen auf Verjüngungsflächen sind anstatt durch einen Strich durch einen Sternchen vermerkt. Die angewandte Begrenzung der Waldtypen stimmt in der Hauptsache mit der von MALMSTRÖM (1926) benutzten überein. Die schwedischen Termini der Tabelle sind S. 332—342 erklärt. Da alle Daten aus der Tabelle hervorgehen, wird der Text nur kurz referiert, etwas ausführlicher nur insofern er die mitteleuropäischen Lokalitäten berührt. *Kiefernheiden*. p_H 3,5—4,3; charakteristischer Wert etwa 4. Niedrigste Werte (3,6—3,7) in Bärenthoren, einigen teilweise recht produktiven Heiden in Västerbotten (Nordschweden) bei Vindeln und einer sehr schlechten Heide mit Heidekrautrohhumus in Älvdalen (Dalekarlien). Reisigdüngung (Bärenthoren, norrländische Heiden) scheint einen gewissen, wenngleich geringen Einfluss zu haben, eine reichlichere Einmischung von Birke kann, ohne die Bodenvegetation wesentlich zu verändern, das p_H bis 4,4 verschieben (Fagerheden, Norrbotten). — *Moosreiche Fichtenwälder von Vaccinium-Typus*. Betreffs Abgrenzung des Typus gegen die kräuterreicheren Typen siehe diese. Humusschicht in Skandinavien gewöhnlich von Rohhumuscharakter. Variation der Reaktionszahlen 3,6—4,4, gewöhnlich 3,9—4,0. In einem kleineren reinen Fichtenbestand im Kubani-Wald (Böhmerwald) mit ausgesprochenem Rohhumus wurde p_H 4,1 gefunden, also fast genau wie in den norrländischen Fichtenwäldern auf kalkarmem Boden. — *Nadelwälder mit reiner Moosdecke oder ohne lebende Bodendecke*. Ein Aufteilen solcher Wälder in zwergstrauchreiche und kräuterreiche, obgleich die Charakterpflanzen fehlen, erscheint mir unrichtig und unmöglich. Die Kulturwälder Mitteleuropas gehören oft diesem Typus an, so die gutgepflegten Fichtenwälder in den Revieren Calmbach und Langenbrand (Schwarzwald). Die Humusdecke ist hier locker, wenig oder gar nicht durch Pilzhypen zusammengewoben (Mor-artig, vgl. oben, Kap. V). Vermoderungs- und Humusstoffschicht deutlich, erstere mit p_H 3,8, letztere 3,6. Ähnliche Werte (3,9 in beiden Schichten) im sogenannten Urwald Fiby in Uppland (Mittelschweden), beträchtlich höhere in anderen schwedischen Wäldern. Die reinen Tannenwälder auf dem Buntsandstein im Schwarzwald schliessen sich den reinen Fichtenwäldern an. Zwei untersuchte Bestände mit lockerer Humusdecke ergaben für die Vermoderungsschicht p_H 3,7 bzw. 4,1, für die Humusstoffschicht 3,6 bzw. 4,0. — *Moosreiche Nadelwälder mit Zwergsträuchern und Kräutern*. Grenze gegen die obigen zwergstrauchreichen Typen unscharf, durch die Frequenz und den Deckungsgrad der Charakterpflanzen bestimmt. Mehrere Untertypen; im vorliegenden Material werden unterschieden: 1. Zwergstrauchreiche Fichten- und Nadelmischwälder mit niedrigen Kräutern wie *Oxalis acetosella*, *Dryopteris Linnæana*, *Anemone nemorosa*. Dieser Untertypus dürfte am nächsten dem *Oxalis*-Typus CAJANDER's entsprechen. Ich unterscheide zwei weitere Untertypen: 1 a. den *Dryopteris*-Typus, durch Pflan-

zen wie *Oxalis acetosella*, *Dryopteris Linnæana*, *Anemone nemorosa* charakterisiert und mit reichlicherem Vorkommen von *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europæa* u. s. w. 1 b. den *Hepatica*-Typus, durch *Anemone hepatica* und andere Mull-fordernde Pflanzen, wie *Fragaria vesca*, *Lathyrus vernus*, *Veronica officinalis*, *Vicia sepium*, charakterisiert. — 2. Zwergstrauchreiche Fichten- und Nadelmischwälder mit höheren Kräutern, wie *Geranium silvaticum*, *Mulgedium alpinum*, *Aconitum septentrionale*. Auch dieser Typus kann zweckmässig in 2 Untertypen aufgeteilt werden: einen mehr verbreiteten und anscheinend weniger anspruchsvollen mit *Geranium silvaticum*, Farnen wie *Athyrium Filix femina*, *Dryopteris spinulosa* und *austriaca*, in Norrland *Mulgedium alpinum*, und einen mehr anspruchsvollen mit, neben den genannten Pflanzen, *Aconitum septentrionale* in hohen, üppigen Exemplaren. Der letztere Typus erreicht seine üppigste Entwicklung in den Silurgegenden Jämtlands. Die Humusdecke ist oft mullartig, die Moosdecke locker und, teilweise wenigstens, aus Mull-liebenden Arten zusammengesetzt. Die kräuterreichen Typen werden durch durchsickerndes Wasser begünstigt, ihre natürlichen Lokalitäten sind die Abhänge. Der Kräuterreichtum der Bodendecke ist im nordischen Nadelwald von einer Verschiebung der Reaktionszahl in alkalischer Richtung begleitet. Die für den *Dryopteris*-Typus erhaltenen Werte liegen um 4,4, die für den *Hepatica*-Typus in Siljansfors um 5,0. In kalkreichen Gegenden sind noch höhere Werte bestimmt worden, bis 6,9. — Der kräuterreiche Kiefernwald ist wenigstens in Schweden hauptsächlich an stark kalkbeeinflussten Boden gebunden. In Bärenthoren kommen auf seit Jahren reisiggedüngtem Boden solche Typen vor, in denen ausser Heidekraut Pflanzen wie *Galium rotundifolium*, *Fragaria vesca*, *Dactylis glomerata*, *Filipendula hexapetala* angetroffen werden. Die gefundenen p_H -Werte von 4,1 und 4,2 bedeuten eine Verschiebung um etwa 0,6 in alkalischer Richtung gegenüber den in der Nähe vorhandenen, durch Streunutzung beeinflussten Kiefernbeständen. In schwedischen kräuterreichen Kiefernwäldern, die auf kalkreichem Boden vorkommen, sind p_H -Werte bis 7,9 gefunden worden. — Reine, kräuterreiche Nadelwälder ohne Zwergsträucher sind im Untersuchungsmaterial nur spärlich vertreten, darunter ein hochproduktiver Fichtenbestand im Schwarzwald mit ganz mullartiger Humusschicht und p_H 4,0, also ausgesprochen sauer, immerhin in weniger hohem Grad wie die Bestände im Schwarzwald ohne Kräuter. — Einmischung von Laubbäumen im Nadelwald beeinflusst dementsprechend gewöhnlich deutlich die Reaktionszahl der Humusdecke. Unter der Krone einer sturmgefällten, aber noch lebenden Erle in Kulbäcksliden (Västerbotten) hat die Humusdecke ein p_H von 5,0, ausserhalb der Kronenprojektion 4,0. In den Nadelwäldern Mitteleuropas ruft Einmischung von Buche oft, wenngleich nicht immer, Mullbildung hervor, gewöhnlich von einer Verschiebung der Reaktionszahl in alkalischer Richtung begleitet. In den Nadelwäldern des Schwarzwalds mit p_H 3,6—3,8 kann eine schwächere Einmischung von Buche in älteren Beständen ohne sichtliche Einwirkung sein, so in einem Mischbestand auf dem Hengstberg bei Calmbach. Andere Nadelwaldbestände mit Bucheneinmischung zeigen dagegen eine auffallende Verschiebung in alkalischer Richtung, so auf dem Hirschkopf im Revier Langenbrand, wo p_H 4,8 ist. Im Kubani-Wald hat der Rohhumus der reinen Nadelwaldpartien p_H 4,1, der Mull der Teile mit Bucheneinmischung p_H 4,2—4,5. Die Einmischung von Lärche kann ähnliche Wirkung haben und einen Mull mit p_H 4,7 entstehen lassen. In Bärenthoren hat

Einmischung von Eiche im Kiefernwald dem Humus Mullcharakter verliehen mit p_H 4,7 statt 3,6 im reinen Kiefernwald. Die Buche hat wechselnde Einwirkung gehabt; unter den eingepflanzten Buchen findet sich bald ein Mull mit p_H 4,3, bald Buchentorf mit p_H 3,5—3,8. Deutlicher ist die Einwirkung einer Laubholzeinmischung in den Nadelwäldern Norrlands. — *Häntäler*. Hier addieren sich die Einwirkungen des beweglichen Wassers und der Laubholzeinmischung, und ein mullartiger Humus mit lebhafter Nitrifikation entsteht, der weniger sauer als der Humus der umgebenden Bestände ist. — *Laubwälder* im eigentlichen Sinne liegen ausserhalb des Rahmens der Untersuchung. Nur zerstreute Bestimmungen aus einigen schwedischen Erlen- und Eichenwäldern liegen vor, p_H 4,9—7,9. — *Verjüngungsflächen*. Die durch Öffnung von Verjüngungsflächen eingeleiteten Veränderungen in der Umsetzung im Boden sind früher von mir (1917 b) behandelt worden. In der Regel findet dabei auch eine Verschiebung des p_H in alkalischer Richtung statt. Näheres in Kap. XIII und Tab. 38 S. 332—343.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden. Auf von kalkarmen Gesteinen (Granit, Gneis, Porphy, kalkarmen Sandsteinen) gebildetem Boden hat die Humusdecke des Nadelwaldes eine ausgeprägt saure Reaktion. Wo der Boden nicht von Wasser aus umgebendem Terrain durchsickert wird, und wo die Bodendecke überwiegend aus Zwergsträuchern und Moosen besteht, schwankt die Reaktionszahl (p_H) der Humusdecke innerhalb ziemlich enger Grenzen, 3,6 bis 4,3. Die obere Schicht der Humusdecke, die Vermoderungsschicht, ist weniger sauer als die untere, die Humusstoffschicht. Eine dünne, lockere, leicht umsetzbare Humusdecke kann dasselbe oder sogar ein niedrigeres p_H haben als eine dicke, zähe, für den Wald ungünstige (Schwarzwald, Lappland). Wo der Boden von Wasser aus der Umgebung durchsickert wird, ist die lebende Bodendecke mehr oder weniger kräuterreich, und die Reaktionszahl ist in alkalischer Richtung verschoben (*Dryopteris*-Typus etwa 4,4, *Hepatica*-Typus etwa 5,0). Einmischung von Laubbäumen in dem Nadelwaldbestand (Birke, Espe, Erle, Saalweide, Eberesche, Eiche, Buche) bewirkt gewöhnlich eine Veränderung des p_H in alkalischer Richtung, deren Grösse u. a. von der Reichlichkeit des Laubabfalls abhängt. In kalkreichen Gegenden ist die Reaktionszahl grösser, jedoch ist auch hier die Reaktion der Humusdecke des Nadelwaldes in der Regel sauer. Öffnen des Bestandes durch Verjüngungsschläge ruft im Nadelwald eine Veränderung des p_H in alkalischer Richtung hervor. Der Mull in Laubwäldern kann ausgeprägt saure Reaktion zeigen, andererseits in kalkreichen Gegenden neutral oder sogar schwach alkalisch sein.

3. *Übersicht vorliegender Untersuchungen über die Reaktion des Waldbodens*. Eine Durchsicht der Literatur zeigt, dass meine obigen Ergebnisse in Übereinstimmung mit denen einer Reihe anderer Forscher stehen: Aziditätsmaximum in der Humusdecke (SALISBURY); unter entsprechenden Verhältnissen grössere Azidität im Nadelwaldhumus als im Laubwaldhumus (RAUNKJÆR); Herabsetzung der sauren Reaktion durch Einmischung von Laubbäumen (NĚMEC & KVAPIL); Auftreten einer sauren Reaktion auch auf kalkhaltigem Boden (CHODAT, SALISBURY), obgleich der Kalkgehalt der sauren Reaktion entgegenwirkt (ADAMSON); geringe Variation des p_H im Nadelwaldhumus auf kalkarmem, nicht von Wasser durchsickertem Boden, trotz grosser Variation der Struktur der Humusdecke; Reaktionsänderung in alkalischer Richtung durch Öffnen

des Bestandes (OLSEN 1921 S. 84, RAUNKJÆR 1922 S. 52—54, NĚMEC & KVAPIL; Analogon: grasbewachsener Boden ist weniger sauer als Waldboden, CHODAT, RAUNKJÆR).

Die Reaktion des Waldbodens scheint also ein wichtiger Faktor sein zu können, ist jedoch keineswegs immer von entscheidender Bedeutung. Mull und Rohhumus können dasselbe p_H haben, und ein guter, hochproduktiver Buchenwaldboden kann ausgeprägt sauer sein (p_H etwa 4). Eine solche Reaktion ist demnach an und für sich kein Hindernis für eine gute Produktion oder einen guten Zustand des Bodens, im Gegenteil ist sie für viele hochproduktive Böden charakteristisch. Eine Reaktionsänderung in alkalischer Richtung ist jedoch im allgemeinen günstig, wenngleich die ausgeprägt saure Reaktion, entsprechend dem Gesagten, nicht an sich, sondern erst in Verbindung mit anderen Faktoren merklich nachteilig wirkt.

Kap. VIII. Die Abhängigkeit der Reaktion von Humus- und Kalkgehalt. Die sich aus dem Material ergebenden Beziehungen sind in den Fig. 4—12 S. 234—242 übersichtlich dargestellt. Die den Figuren zugrunde liegenden Ziffern sind in den Tabellen 4—7 S. 243—246 enthalten.

Bei der Zusammenstellung eines grossen Materials, aus verschiedenen Waldtypen und verschiedenen Gegenden, ergibt sich also, wie die Figuren zeigen, folgendes. Im grossen und ganzen wächst die Reaktionszahl mit abnehmendem Humusgehalt. Die Beziehung ist jedoch sehr schwach und, mit Rücksicht auf die grosse Variation, unbestimmt. Die Reaktionszahl wächst auch mit dem Gehalt an assimilierbarem Kalk. Diese Beziehung ist im Gegensatz zu der vorigen sehr deutlich ausgeprägt, obgleich auch hier, sogar in derselben Gegend, die Variation ziemlich gross ist.

Kap. IX. Untersuchungen über die Eigenschaften des Ausgangsmaterials der Humusbildung (der Förna). Das Untersuchungsmaterial bestand aus herbstlich vergilbten Blättern, im Begriff abzufallen, oder eben abgefallen. Sie hatten also an der Mutterpflanze die natürlichen herbstlichen Veränderungen erfahren, waren aber noch nicht irgendeinem der im Boden stattfindenden Zersetzungsprozesse unterworfen gewesen. Nur das Material von Moosen bestand aus noch grünen Zweigen, weil in der Natur die Moose nach dem Absterben fast sogleich von Pilzen angegriffen werden. Untersucht wurden der Aschengehalt, der Kalkgehalt, die Reaktion eines Wasserausguges der gepulverten Substanz, der Gehalt an sauren und alkalischen Pufferstoffen (durch elektrometrische Titration einer Aufschwemmung von Blattpulver in KCl-Lösung ermittelt). Bei den p_H -Bestimmungen und den elektrometrischen Titrationen wurden dieselben Proportionen zwischen Trockensubstanz und Wasser bzw. KCl-Lösung wie bei den entsprechenden Bestimmungen an Humusproben benutzt, um sicher vergleichbare Zahlen zu gewinnen.

1. *Reaktion und Kalkgehalt verschiedener Förna-Arten.* Die Analysenergebnisse sind in der Tab. 8 S. 250—251 zusammengestellt. Die sich aus dem Material ergebende Beziehung zwischen Gehalt an assimilierbarem Kalk und p_H geht aus der Zusammenstellung Tab. 11 S. 263 und der entsprechenden graphischen Fig. 13 und 14 S. 249 hervor. Die Tab. 8 zeigt, dass charakteristische Unterschiede zwischen verschiedenen Pflanzen und Gruppen von Pflanzen bestehen. Ausgesprochen sauer ist die Förna (Nadeln) der Nadel-

bäume und die der Zwergsträucher, etwas weniger sauer die untersuchten Moosteile, während die Förna der Laubbäume und der Kräuter im allgemeinen eine Reaktion hat, die dem Neutralpunkt bedeutend näher liegt. Zwei Arten, Ahorn und *Geranium silvaticum*, bilden jedoch auffallende Ausnahmen. Andererseits kann die Reaktion einer und derselben Förna je nach der Einsammlungsgegend variieren, so bei Birke zwischen 5,3 und 6,1, bei Buche von 5,3 bis 6,6. Die einer kalkreichen Gegend entstammende Förna ist oft weniger sauer als die entsprechende aus einer kalkarmen Gegend, jedoch erscheint der Aziditätsgrad einer Förna wesentlich als ein Artcharakter der betreffenden Pflanze.

2. *Gehalt verschiedener Förna-Arten an sauren und basischen Pufferstoffen.* Das Analysenmaterial ist in den Tabellen 12—15 S. 263—266 und in den Fig. 15—20 S. 252—257 zusammengestellt. Zum Vergleich sind in der Tab. 16 S. 266 die Ergebnisse der elektrometrischen Titration einer reinen KCl-Lösung dargestellt. Die diesen Werten entsprechende Titrationskurve ist in den Fig. 15—20 als glatte, weich gekrümmte Kurve ohne besondere Bezeichnung eingetragen. Nach den Ergebnissen können zweckentsprechend 5 verschiedene Typen unterschieden werden: 1. mit hohem Gehalt an sauren, geringem Gehalt an basischen Pufferstoffen; hierher gehört die Förna unsrer Nadelbäume, auch die des Wacholders, sowie mehrerer Zwergsträucher (*Calluna*, *Empetrum*, *Vaccinium vitis idæa*) und Waldmoose (*Hylocomia*); 2. mit mässigem Gehalt an sauren, ziemlich hohem Gehalt an basischen Pufferstoffen; hierher die Förna der meisten unsrer Laubbäume, Birke, Erle, Espe, Saalweide, auch Buche und Esche, sowie einer Anzahl von Kräutern, besonders der für den Nadelwald charakteristischen; 3. mit sehr geringem Gehalt an sauren, grossem Gehalt an basischen Pufferstoffen; hierher Hasel- und vor allem Ulmen-Förna, sowie die von *Mulgedium alpinum* und *Stachys silvatica*; 4. mit hohem Gehalt an sauren, gleichzeitig aber hohem Gehalt an basischen Pufferstoffen; eine heterogenere Gruppe, zu der unter den untersuchten Förna-Arten die von Ahorn, *Geranium silvaticum*, Eiche und Lärche gehören; 5. mit überhaupt geringem Gehalt an Pufferstoffen: *Deschampsia flexuosa*. Wie die Reaktion, so variiert auch der Gehalt an Pufferstoffen etwas je nach der Lokalität (Fig. 20 S. 257), jedoch ist die betreffende Eigenschaft einer Förna im wesentlichen als ein Artcharakter zu betrachten.

Schon das Ausgangsmaterial der Humusbildung im Nadelwald ist also von saurem Charakter. Die aktuelle Azidität der Förna der Nadelbäume (Kiefern- und Fichtennadeln), der Zwergsträucher und auch (annähernd) der Moose im Nadelwald hat einen mit derjenigen der Humusdecke ziemlich übereinstimmenden Wert (etwa 4). Zudem ist der Gehalt an sauren Pufferstoffen gross. Die Förna der Laubbäume und der Kräuter weicht im allgemeinen durch geringere Azidität und geringeren Gehalt an sauren, aber grösseren Gehalt an basischen Pufferstoffen ab.

3. *Die Beschaffenheit der Pufferstoffe.* Die zur Bestimmung des »Humifizierungsgrades« von Torf verwendete Methode (Auslaugung mit NaOH oder Ammoniak und Vergleich der Farbe des Extraktes mit einer Standardlösung von Acidum huminicum oder »synthetischen Humus« aus Pyrogallol, vgl. ODÉN 1919, MELIN & ODÉN 1916 und 1920) zeigt, auf das unzersetzte Ausgangsmaterial der Humusbildung, die Förna, angewandt, einen beträchtlichen Gehalt an »Humusstoffen« an (Tab. 9 S. 259; man vergleiche die Bestim-

mungen an Torf Tab. 10 S. 261). Die so bestimmten Gehalte an »Humus-säuren« zeigen jedoch keine Übereinstimmung mit den pH -Werten oder dem Gehalt an sauren Pufferstoffen. Man muss daher auch an andere saure Stoffe denken. Welcher Natur diese sind, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Man könnte an Oxalsäure, andere organische Säuren, auch Gerbstoffe denken. Unter den basischen Pufferstoffen dürfte der Kalk eine wesentliche Rolle spielen. Wahrscheinlich hat man in den verwesenen Blättern auch mit Ampholyten zu rechnen, die je nach den Umständen als saure oder basische Pufferstoffe wirken können.

Kap. X. Der Gehalt der Humusdecke an sauren und basischen Pufferstoffen und seine Abhängigkeit von den Eigenschaften der Förna, vom Zersetzungsgrad und anderen Faktoren. Die Extrakte von Humus sind, wie die Titrationskurven Fig. 21 und 22 S. 268—269 zeigen, sehr arm an Pufferstoffen. Die Extrakte wurden durch Auslaugen von 10 g Probe mit 100 ccm 1-n KCl-Lösung bereitet. Die Extrakte bestehen, wie die Titrationskurven zeigen, aus sehr verdünnten Lösungen ziemlich stark dissoziierter Säuren.

Ganz andere Titrationskurven werden erhalten, wenn statt eines filtrierten Extraktes eine Aufschwemmung von Humus untersucht wird. Solche Kurven sind in den Fig. 23—36 S. 270—284 dargestellt. Die den Kurven zugrundeliegenden Ziffern sind in den Tabellen 18—28 S. 289—295 enthalten.

Eine Durchsicht des Materials zeigt zunächst, dass die Titrationskurven der Humusdecke des Nadelwaldes auf kalkarmem Boden, besonders diejenige der Vermoderungsschicht, denjenigen der entsprechenden Förna-Materialien (Kiefer, Fichte, Moose) stark ähneln. Die sich ergebenden Unterschiede zwischen verschiedenen Proben können wie folgt gekennzeichnet werden.

Die Vermoderungsschicht einer Rohhumusdecke zeigt bei Behandlung mit KCl-Lösung in der Regel eine kleinere Verschiebung der Reaktionszahl (pH) nach der sauren Richtung als die Humusstoffschicht. Erstere Schicht ist auch immer oder mit wenigen Ausnahmen reicher an basischen Pufferstoffen als letztere. Der Gehalt an sauren Pufferstoffen ist wechselnd (vgl. unten).

Sämtliche Rohhumusformen zeichnen sich durch bedeutenden Gehalt an sauren Pufferstoffen aus. Viele sind auch reich an basischen Pufferstoffen. Forstlich günstige Rohhumusformen sind durch höheren Gehalt an basischen Pufferstoffen ausgezeichnet als ungünstige. Der Gehalt an sauren Stoffen wechselt mehr unregelmässig und scheint demnach in dieser Hinsicht von geringerer Bedeutung zu sein.

Von grossem Einfluss auf die Gehalte von Pufferstoffen ist die Natur der Förna, wie schon aus der Ähnlichkeit der Titrationskurven der Vermoderungsschicht und der wichtigsten Förna-Arten des Nadelwaldes hervorgeht. Eine Einmischung von Laubabfall in der Rohhumusdecke hat wenigstens in den meisten Fällen eine Erhöhung des Gehalts an basischen, eine Erniedrigung des Gehalts an sauren Pufferstoffen zur Folge.

Ausgeprägte Mullformen mit niedrigem Humusgehalt (kleinem Glühverlust) sind durch geringen Gehalt sowohl an sauren wie an basischen Pufferstoffen ausgezeichnet. Mullformen mit hohem Humusgehalt sind oft, jedoch nicht allgemein (vgl. unten), reich an basischen Pufferstoffen.

In der Diskussion wird darauf hingewiesen, dass der Prozess der Humus-

bildung wesentlich als eine Fortsetzung und eine Intensifizierung der schon in den absterbenden Pflanzenteilen stattfindenden Prozesse erscheint, wenn auch zugegeben werden muss, dass durch Einmischung von Mineralerde die Prozesse in andere Bahnen gelenkt werden können. Bei Vergleich von Proben mit entsprechendem Glühverlust findet man, dass während der Humifizierung der Gehalt an sauren Pufferstoffen zunimmt, der an basischen abnimmt. Gewöhnlich ist aber der Glühverlust der Humusstoffschicht kleiner als der der Vermoderungsschicht und dann auch der Gehalt an sauren Pufferstoffen. Die Abnahme ist sogar beträchtlich grösser, als der grösseren Einmischung von Mineralerde entspricht. Trotz dieser Abnahme der sauren Stoffe gibt, wie erwähnt, die Humusstoffschicht einen saureren Wasserextrakt und besonders mit KCl eine saurere Lösung als die Vermoderungsschicht. Eine nähere Analyse der chemischen Verschiedenheiten, auf die dies hindeutet, liegt ausserhalb des Rahmens der Abhandlung. Dass der Gehalt an sauren Stoffen mit dem kolorimetrisch bestimmten Gehalt an alkalilöslichen »Humusstoffen« nicht parallel geht, zeigt die Tabelle 17 S. 287.

Wichtig und bemerkenswert erscheint namentlich die Rolle der basischen Pufferstoffe, die, wie erwähnt, in Rohhumus parallel mit der forstlichen Güte der Böden variieren. Man kann sich denken, dass sie u. a. nötig sind, um der bei dem Prozess vorsichgehenden Ansäuerung entgegenzuwirken. Es ist bemerkenswert, dass ich niemals niedrigere p_H -Werte als 3,5 gefunden habe. Hier scheint die äusserste Grenze zu gehen, bei deren Überschreitung die Humifikation aufhört. Die Bedeutung eines gewissen p_H ist jedoch sehr verschieden je nach dem Klima. Bei einem p_H von etwa 4 kann in einem günstigeren Klima Mull gebildet werden, in Nordschweden werden aber solche p_H -Werte nur in wirklichem Rohhumus angetroffen (vgl. Kap. VII). Auch für den Gehalt an basischen Stoffen gilt Ähnliches. Die im Schwarzwald und in Bärenthoren eingesammelten Humusproben sind im Vergleich mit den besseren nordschwedischen Rohhumusformen arm an basischen Stoffen, zeigen jedoch im allgemeinen eine ziemlich schnelle Zersetzung.

Auffallend ist der geringe Gehalt der Mullformen an Pufferstoffen. Dies gilt auch für gewisse humusreichere Formen, wie die von Hemsön (Ängermanland, Nordschweden, Fig. 33, Tab. 24), mit einem Glühverlust von etwa 90 %. Das scheint darauf hinzudeuten, dass der Chemismus der Mullbildung in vielen Fällen von dem der Rohhumusbildung durchaus verschieden ist.

Verschiedene der hier behandelten Eigenschaften des Humus treten am meisten hervor nach Veränderung des Bodenklimas durch Öffnen des Bestandes. Näheres hierüber in späteren Kapiteln (Kap. XIII und XIV).

Kap. XI. Stickstoffgehalt und Stickstoffmobilisierung in der unzersetzten Waldstreu (der Förna). 1. *Stickstoffgehalt der Förna.* Für die Stickstoffbilanz der Humusdecke spielen wahrscheinlich die mit der Förna zugeführten Mengen von gebundenem Stickstoff eine bedeutende Rolle, obgleich die relative Bedeutung dieser Stickstoffquelle und der von HENRY (1897) zum erstenmal klar nachgewiesenen Stickstoffbindung durch stickstoffassimilierende Organismen schwer zu beurteilen ist. Die Texttabelle S. 296—297, die den Gesamtgehalt an Stickstoff verschiedener Förna-Arten angibt, erlaubt eine Vorstellung von den mit der Förna dem Boden zugeführten Stickstoffmengen zu gewinnen. Zum Vergleich sind zwei Analysen von frischen, im Winter eingesammelten Nadeln

von Kiefer und Fichte mit aufgenommen worden. Bemerkenswert ist, dass unter den Förna-Arten von Bäumen die der Erlen am stickstoffreichsten ist, vielleicht wegen der Fähigkeit der Erlen, Stickstoff zu fixieren.

2. *Mobilisierung des Stickstoffes in der Förna.* Zur Untersuchung dieser Frage wurden die betreffenden Förna-Proben an der Luft getrocknet, gepulvert, mit Impferde vermischt, befeuchtet und in Erlenmeyerkolben gebracht. Als Impferde wurde teils der für die entsprechenden Humusuntersuchungen benutzte Kahl-schlaghumus aus Jönåker, vgl. oben Kap. IV:9, teils ein kräftig nitrifizierender Mull aus Dalby hage in Schonen, teils endlich ein kräftig ammoniakabspaltender Rohhumus aus Kulbäcksliden in Västerbotten benutzt. Das Mischungsverhältnis von Förna-Pulver und Impferde war in einer Versuchsreihe 9:1 wie bei den entsprechenden Versuchen an Humus, in einer anderen aber 1:9. Die nach dreimonatiger Aufbewahrung vorhandenen Mengen von Ammoniak- und Salpeterstickstoff sind in der Tabelle 29 S. 300 angeführt. Die erste Zahlenkolumne der Tabelle enthält die in der Förna am Anfang, vor der Aufbewahrung, gefundenen Mengen von Ammoniakstickstoff; eine derartige Bestimmung wurde aber nicht in allen Fällen ausgeführt. Die dritte Zahlenkolumne betrifft die Versuchsreihe mit 9 Teilen Förna-Pulver und 1 Teil Impferde, die vierte Kolumne die Reihe mit 9 Teilen Impferde und 1 Teil Förnamaterial. Die eingeklammerten Zahlen in diesen Kolumnen geben die Mengen von Nitratstickstoff an, die nach besonderer Bestimmung von der Impferde allein, bei Abwesenheit von Förnamaterial, hätten gebildet werden müssen.

Es ergibt sich also das auffallende Resultat, dass im allgemeinen sowohl Ammoniak- wie Salpeterstickstoffbildung durch die Anwesenheit von Förnamaterial auf ein Minimum herabgedrückt werden. Es wird sogar der anfangs vorhandene Ammoniakstickstoff vollständig oder bis auf einen kleinen Rest aufgebraucht. Nur besonders stickstoffreiche Förna-Arten (mit etwa 2 % Stickstoff) können Ausnahmen von diesen Regeln zeigen.

Die Herabsetzung der Nitrifikation könnte durch die Tätigkeit von Denitrifikanten verursacht sein, die von den Kohlehydraten der Förna leben. Eine entsprechende Wirkung auf die Nitrifikation wie die Förna hat auch Fließpapier, in der Proportion 1:9 einem nitrifizierenden Boden zugefügt (Texttabelle S. 299). Die Aufzehrung des Ammoniakstickstoffes kann jedoch natürlich nicht in dieser Weise erklärt werden. Ich erblicke im Anschluss an Untersuchungen von WAKSMAN (1924) den Grund darin, dass die betreffenden Stickstoffmengen in den sich entwickelnden Mikroorganismen gebunden werden.

Kap. XII. Der Stickstoffgehalt der Humusdecke. Im allgemeinen schwankt der Gehalt innerhalb ziemlich enger Grenzen, 1,5 bis etwa 3 %. Die gefundenen Extremwerte sind 0,6 % und 4,3 %. Der Stickstoffgehalt des Humus ist durchschnittlich grösser als der der Förna und bei verschiedenen Bodenproben durchschnittlich um so grösser, je kleiner der Glühverlust der Probe ist (Tabelle 30 S. 304, Fig. 37 S. 302). Beides ist schon als automatische Folge der fortschreitenden Humifizierung vorauszusehen, falls diese zunächst in einer Oxydation der Kohlehydrate und anderer stickstofffreier Stoffe besteht. Bei einem Vergleich von Vermoderungs- und Humusstoffschicht wurde jedoch nur in den mullartigen Humusdecken, deren Ausgangsmaterial in höherem Grad aus Laub besteht, ein durchschnittlich höherer Gehalt des

Humus an Stickstoff in der Humusstoffschicht gefunden (Unterschied im Mittel von 11 Fällen 0,4%). Für die Rohhumusproben ergab sich eine durchschnittliche Differenz in umgekehrter Richtung von 0,007% (Mittel von 27 Fällen); es besteht also jedenfalls kein durchschnittlicher Unterschied in derselben Richtung wie beim Mull, eher das Gegenteil, besonders in den reinen Nadelwäldern. Das Verhalten des Mulls kann, ausser an einer relativen Resistenz der stickstoffhaltigen Stoffe gegen die Zersetzungsprozesse, an einer Stickstoffbindung liegen, die im Rohhumus fehlt oder schwach ist.

Wegen der Beziehungen zwischen p_H und Glühverlust einerseits, Stickstoffgehalt und Glühverlust andererseits war eine Beziehung zwischen p_H und Stickstoffgehalt zu erwarten, die tatsächlich auch besteht (Fig. 38 S. 303, Tab. 31 S. 305—306). Im grossen und ganzen steigt also der Stickstoffgehalt des Humus bei steigendem p_H .

Kap. XIII. Die Mobilisierung des Stickstoffes (Ammoniak- und Salpeterbildung) in der Humusdecke und die darauf einwirkenden Faktoren. In der Rohhumusdecke des Nadelwaldes geht, wie ich früher (1917 a) nachgewiesen habe, die Zersetzung der stickstoffhaltigen Verbindungen nur bis zur Bildung von Ammoniak, während in Mullböden in der Regel eine Nitrifikation des gebildeten Ammoniaks stattfindet (vgl. auch u. a. GAARDER & HAGEM 1921, CARSTEN OLSEN 1921). Die auf die Zersetzungsgeschwindigkeit einwirkenden Faktoren sind mannigfacher Art wie p_H , Gehalt an Pufferstoffen und an assimilierbarem Kalk, Natur des stickstoffhaltigen Materials, Klima, Bodentemperatur, Bodenfeuchtigkeit. Zusammensetzung und Dichte des Bestandes u. s. w. wirken demnach in komplizierter Weise ein.

1. *Stickstoffmobilisierung und Reaktionszahl (p_H).* Das gesamte Material der Proben, für die der Gesamtstickstoffgehalt ermittelt wurde, so dass aus den Aufbewahrungsproben Ammoniak- und Salpeterkoeffizienten (vgl. Kap. IV) berechnet werden konnten, ist in der Tabelle 32 S. 312—315 zusammengestellt, nach p_H -Gruppen geordnet. In der detaillierteren Zusammenstellung nach Zehntelgruppen einer p_H -Einheit sind alle die ermittelten Einzelkoeffizienten angeführt. Die innerhalb einer p_H -Gruppe in derselben Horizontalreihe stehenden Ziffern beziehen sich auf dieselbe Probe. Die Proben sind, wie man sieht, innerhalb der p_H -Gruppen nach steigenden Werten des Ammoniakkoefizienten geordnet. In der zusammenfassenden Übersicht S. 315 unten ist dasselbe Material in Gruppen von $\frac{1}{2}$ p_H -Einheit geordnet. Die eingeklammerten Ziffern geben die Zahl der Bestimmungen an, die dem darüberstehenden Mittelwert zugrunde liegen. Das Ergebnis letzterer Zusammenstellung ist auch graphisch in der Fig. 39 S. 309 wiedergegeben.

Die Tab. 33 S. 316 enthält eine Zusammenstellung nach p_H -Gruppen der in den Aufbewahrungsproben gefundenen Mengen von Ammoniak- bzw. Salpeterstickstoff pro kg Humus, also nicht wie in der vorigen Tabelle auf den Gesamtstickstoff bezogen. Hier konnte offenbar das gesamte Material berücksichtigt werden, auch die Proben, wo eine Bestimmung des Gesamtstickstoffs unterblieben ist. Das Material ist in zwei Gruppen aufgeteilt worden, nämlich die vom Versuchsforsiljansfors stammenden Proben (die obere Zahlenreihe) und die übrigen. Die eingeklammerten Ziffern unter den sich nach Vereinigung genannter zwei Gruppen ergebenden Mittelwerten geben wieder die Zahl der Bestimmungen an, die dem betreffenden Mittelwert zugrunde liegen. Die Zahlen der Tabelle sind auch graphisch in den Fig. 40 und 41 S. 310 und 311 dargestellt.

Die Zusammenstellungen zeigen, dass im einzelnen keine strenge Beziehung zwischen p_H und Stickstoffmobilisierung besteht, dass aber das Gesamtmaterial, in mässig grosse p_H -gruppen geordnet, einen recht schönen und regelmässigen Gang der für die Mobilisierung massgebenden Ziffern mit p_H zeigt, mit einem Optimum der Ammoniakbildung zwischen 4,5 und 5, der Salpeterbildung bei Infektion zwischen 5,5 und 6 und der Salpeterbildung ohne Infektion oberhalb 6.

2. *Stickstoffmobilisierung und Gehalt an assimilierbarem Kalk.* Wegen der Beziehung zwischen CaO_{ass} und p_H einerseits, der eben unter 1. behandelten andererseits, war eine Beziehung zwischen CaO_{ass} und N-Mobilisierung zu erwarten, sie ist jedoch, wie die Tab. 34 S. 317 zeigt, nur schwach, mit Ausnahme für die S-N-Bildung nach Infektion, die ein Optimum in der Gruppe mit Kalkgehalt zwischen 2 und $2\frac{1}{2}\%$ zeigt.

3. *Vergleich der Stickstoffmobilisierung in der Vermoderungs- und der Humusstoffschicht.* Das Material ist in den Tab. 35—37 S. 320—324 zusammengestellt (deutsche Erklärung am Ende der Tab. 37 S. 324). Die Tab. 35 enthält auf N_{tot} umgerechnete Werte, also Mobilisierungskoeffizienten (vgl. oben unter 1, sowie Kap. IV:10), die beiden folgenden auf den Humusgehalt bezogene Werte.

Wie man sieht, ist mit wenigen Ausnahmen eine stärkere Stickstoffmobilisierung in der Vermoderungsschicht als in der Humusstoffschicht gefunden worden, ein sehr bemerkenswertes Ergebnis u. a. wegen des ganz abweichenden Verhaltens der Föna (vgl. oben). Eine Erklärung des Unterschiedes in dieser Hinsicht zwischen der unverwandten Föna und der in den früheren Stadien der Humifizierung begriffenen kann nur durch besondere Versuche erhalten werden. Mehrere Erklärungsmöglichkeiten sind denkbar.

Die Unterschiede zwischen Vermoderungs- und Humusstoffschicht sind namentlich in Humusdecken von Rohhumuscharakter bedeutend, geringer in mullartigen Humusdecken. Die Unterschiede betreffen sowohl die Ammoniakoeffizienten wie die Fähigkeit zur Nitrifikation, mit oder ohne Infektion. Es scheint, als ob der Stickstoff während des Humifizierungsprozesses, im besonderen während der Rohhumusbildung, fester gebunden, den zersetzenden Organismen schwerer zugänglich gemacht würde. In der Humusstoffschicht eines ausgeprägten Rohhumus kann der Mobilisierungskoeffizient auf Null oder fast Null sinken. Im Rohhumus alter Bestände gilt Ähnliches auch für die Vermoderungsschicht. Das Alter der Rohhumusbildungen scheint also von Einfluss zu sein.

Ausnahmen von der Regel des starken Sinkens der Mobilisierungskoeffizienten während der Rohhumusbildung findet man in jungen oder starke Laubholzeinmischung aufweisenden Beständen, wo die Mobilisierung in der Humusstoffschicht nicht herabgesetzt zu sein braucht. Die Einmischung von Laubföna in der Rohhumusdecke scheint also der besagten ungünstigen Veränderung entgegenwirken zu können. Zwergstrauchreiche Nadelwälder mit Kräutern (*Dryopteris*-Typus), wo die Humusdecke einen weniger ausgesprochenen Rohhumuscharakter hat, nehmen auch in der hier in Frage kommenden Hinsicht eine Zwischenstellung zwischen den Rohhumus- und den Mullformen ein.

4. *Die Stickstoffmobilisierung in verschiedenen Waldtypen.* Eine Zusammenstellung des Materials nach Waldtypen findet sich Tab. 38 S. 332—343. Aus

der Analyse der Verschiedenheiten ergeben sich folgende allgemeine Gesichtspunkte.

Unabhängig von der Reaktionszahl (p_H) wird die Stickstoffmobilisierung bzw. die Nitrifikation des Humusstickstoffs begünstigt durch:

a. günstige Sommertemperatur. In Mitteleuropa und auch Südschweden findet man Nitrifikation in Nadelwäldern bei p_H -Werten, die in Nordschweden nur in Rohhumus mit geringer Mobilisation angetroffen werden. Auch die Ammoniakbildung wird durch denselben Faktor begünstigt.

b. günstige Wasserversorgung. Durchsickerndes, sauerstoffhaltiges Wasser begünstigt in hohem Masse die Nitrifikation, auch die Ammoniakbildung wird durch gute Wasserversorgung begünstigt.

c. günstige Natur des organischen Ausgangsmaterials der Humusbildung. Vermoderndes Laub erhöht die Mobilisierung und begünstigt die Nitrifikation auch ohne Änderung der Reaktionszahl. Dasselbe gilt in noch höherem Grad für vermoderndes frisches Reisig von Kiefer und Fichte.

d. guter Bestandsschluss. In gut geschlossenen Beständen mit reiner Moosdecke oder ohne lehende Bodendecke ist die Mobilisierung oft auffallend gross. Nitrifikation kommt oft bei saurer Reaktion vor, die Empfänglichkeit für Infektion mit nitrifizierender Erde ist auffallend gross.

e. niedriges Bestandsalter. Die Mobilisierung sowie die Empfänglichkeit für Infektion ist gewöhnlich in jüngeren Beständen grösser.

Veränderungen der Bestandszusammensetzung, die die Reaktionszahl in alkalischer Richtung ändern, wie Einmischung von Laubbäumen im Nadelwald, erhöhen die Mobilisierung, erleichtern die Nitrifikation und vergrössern die Empfänglichkeit für Infektion mit nitrifizierender Erde. Beim Öffnen von Verjüngungsflächen geht oft eine Erhöhung der Mobilisation mit der Veränderung der Reaktionszahl einher, Nitrifikation ist jedoch hier bei p_H -Werten häufig, die in Beständen gewöhnlich auf Ammoniakbildung, aber mangelnde Nitrifikation hinweisen. Die auf einer Verjüngungsfläche stattfindenden Veränderungen sind jedoch je nach der Art der Humusdecke und des Klimas verschieden.

Bei einem Vergleich verschiedener Waldtypen unter gleichartigen klimatischen Bedingungen zeigt sich im grossen und ganzen eine Steigerung der Mobilisierung mit steigendem p_H . Bei einem p_H von etwa 5 ist im nordischen Nadelwald Nitrifikation häufig, bei höheren Werten stets vorkommend.

Betreffs der zur Beleuchtung der Mobilisation des Stickstoffes angeführten Zahlen und ihrer Bedeutung für die höhere Vegetation muss bemerkt werden, dass der Ammoniak, wie oben angegeben, mittels Extraktion mit 0,1-n HCl, der Nitratstickstoff aber durch Extraktion mit Wasser bestimmt wurde. Es ist wahrscheinlich, dass die so bestimmten Ammoniakmengen für die Pflanzen nicht so leicht zugänglich sind wie die bestimmten Mengen von S-N. Zudem sind, allem nach zu urteilen, Nitrate günstigere Stickstoffquellen als Ammoniaksalze. Die grösste Üppigkeit der Vegetation und die grössere Produktivität des Waldes findet man dementsprechend nicht bei einem p_H von 4,5 — 5, wo im grossen und ganzen die grössten Stickstoffmengen in den Aufbewahrungspuben gefunden werden, sondern bei grösseren p_H -Werten, die die Nitrifikation begünstigen. Andererseits nehmen unsre Waldbäume und andre mykorrhizenführende Pflanzen betreffs der Stickstoffversorgung eine besondere Stellung ein, und die durch Wasser- oder Sandkulturen ermittelten relativen

Nährwerte von S-N und Am-N können, wie P. E. MÜLLER (1924 S. 176) gegen CARSTEN OLSEN hervorgehoben hat, nicht auf die Verhältnisse in der Natur übertragen werden. U. a. sind die Mykorrhizenpflanzen wegen der starken Verpilzung der Wurzeln wahrscheinlich günstiger gestellt in dem Wettstreit um den Stickstoff im Rohhumus, wie STAHL und neuerdings MELIN (1925) behaupten.

5. *Der Einfluss von Durchforstungen auf die Mobilisierung des Stickstoffes in der Humusdecke.* Eine unzweifelhafte Bedeutung haben die Durchforstungen dadurch, dass der Zuwachs auf eine kleinere Anzahl von grösseren Stämmen gelegt wird, wodurch der Wertzuwachs erhöht werden kann. Man hat aber auch zu finden geglaubt, dass die Durchforstungen den absoluten Zuwachs (pro ha) steigern könnten, eine Auffassung, die u. a. SCHOTTE (1917) vertrat, auf gewisse der Durchforstungsversuche der schwedischen forstlichen Versuchsanstalt gestützt. Die Feststellung einer solchen Tatsache wäre auch von forstbiologischem Gesichtspunkt aus von dem grössten Interesse. Sie könnte u. a. durch eine lebhaftere Stickstoffmobilisierung und überhaupt eine regere Tätigkeit, infolge der erhöhten Temperatur, bedingt sein. Von diesem Gesichtspunkt aus habe ich einige Durchforstungsreihen, deren Resultate für SCHOTTE's Auffassung zu sprechen schienen, vergleichend untersucht. Es ergab sich für die Serie in Dalby Schonen; gepflanzter Fichtenwald, 49 Jahre alt (L) ein gewisser Parallelismus zwischen der Mobilisierung des Stickstoffes und dem Zuwachs. Die stark durchforstete und am stärksten wachsende Abteilung III (Texttabelle S. 345, vgl. auch die Lichtwerte in Bruthöhe in % der Lichtstärke auf freiem Felde, Kap. XV S. 394) hatte eine bedeutend stärkere N-Mobilisierung im Boden wie die anderen Abteilungen (Texttabelle S. 345). In einer Serie in Voxna (Hälsingland) in moosreichem Kiefernwald vom *Myrtillus*-Typus waren die Unterschiede betreffs der N-Mobilisierung viel geringer, gingen aber in derselben Richtung, indem die Ammoniakbildung in der durchforsteten Abteilung lebhafter war (Texttabelle unten S. 346). In einer entsprechenden Serie in Bispgården (Jämtland) war die Mobilisierung umgekehrt stärker in der nicht durchforsteten Abteilung (Ammoniakbildung; Texttabelle zu oberst S. 346). Die Unterschiede im Zuwachs sind in den beiden letzteren Fällen unsicher, und überhaupt ist der laufende Zuwachs für eine kürzere Periode, der natürlich in erster Linie mit der augenblicklichen N-Mobilisierung zu vergleichen wäre, leider nicht mit genügender Genauigkeit zu bestimmen. Es scheint aber, dass eine Durchforstung unter gewissen Umständen zu erhöhter Stickstoffmobilisierung und sogar vergrösserter Gesamtproduktion im Bestand führen kann, während umgekehrt unter anderen Bedingungen durch die Durchforstung beide erniedrigt werden können, und dass das verschiedene Ergebnis mit Unterschieden im Boden- oder Humustypus zusammenhängt.

6. *Mobilisierungsmöglichkeiten des Stickstoffes in verschiedenen Rohhumusdecken.* Der verschiedene Einfluss der Durchforstungen auf die Mobilisierung des Stickstoffes in einem Mull- oder Morboden einerseits, in einem Rohhumusboden andererseits deutet darauf hin, dass in Böden ersterer Art der Stickstoff empfindlicher gegen Eingriffe ist als in den Rohhumusböden. Auch innerhalb dieser letzteren Gruppe sind aber grosse Unterschiede vorhanden, die, wie es scheint, vom p_H unabhängig sind. Wie angeführt, ist z. B. in den alten nordischen Fichtenwäldern der Stickstoff in der Humusdecke sehr fest gebunden oder

den zersetzenden Organismen schwer zugänglich. Der niedrige Gehalt an basischen Pufferstoffen scheint das Verhalten dieser Humusdecken nicht vollauf erklären zu können. Um die Sache näher zu verfolgen, habe ich durch Zusatz von CaCO_3 in sehr fein verteilter Form die vorhandenen Unterschiede in p_H auszugleichen versucht und damit zugleich eine ausreichende Menge von basischen Pufferstoffen zugeführt. Zu jedem Einzelversuch wurden 50 g der Bodenprobe verwendet, zu welcher Menge bezw. 0,2 0,4 0,8 oder 4 g CaCO_3 in einigen Reihen auch 1 und 7,5 g zugesetzt wurde. Die Proben wurden dann wie bei den anderen Aufbewahrungsproben in Erlenmeyerkolben bei Zimmertemperatur während 3 Monate aufbewahrt. In einer Reihe wurde den Proben ausser diesen gestaffelten Kalkmengen eine konstante Menge von Impferde (nitrifizierendem Kahlschlaghumus) zugezsetzt, 5 g Impferde zu 45 g Rohhumus. In die vorliegende Abhandlung sind nur die Ergebnisse mit 5 verschiedenen Rohhumusformen aufgenommen: 1. aus einem geschlossenen Mischwald aus Kiefer und Fichte bei Glindran (Södermanland; vgl. Lokali-tätsbeschreibung S. 397 und Fig. 52); 2. aus einem alten, flechtenbehangenen und schwachwüchsigen Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus im Versuchsforst Kul-bäcksliden (Västerbotten; vgl. S. 465); 3. wie 2, eine andere Lokalität; 4. aus einem jüngeren, etwa 70—80-jährigen Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus mit guter Birkeneinmischung, nach Waldbrand entstanden, Versuchsforst Kul-bäcksliden; 5. demselben Bestand wie 4, einem Teil mit schwächerer Birken-einmischung entnommen.

Die Ergebnisse sind in der Tab. 39 S. 355—356 zusammengestellt und in den Fig. 42—46 S. 349—353 graphisch wiedergegeben. In den Proben 1, 4 und 5 wird eine Nitrifikation durch einfachen Kalkzusatz hervorgerufen, in den anderen keine oder eine sehr schwache. Gleichzeitige Kalkung und Impfung ruft auch in den beiden anderen Proben eine Nitrifikation hervor, die jedoch in der Probe 3 sehr schwach ist (nicht einmal derjenigen der Impferde an sich entsprechend). Von sonstigen interessanten Tatsachen, die aus den Versuchen hervorgehen, sei hervorgehoben, dass sich auch hier Unterschiede zwischen Vermoderungsschicht und Humusstoffschicht ergeben, dass alle Proben während der Aufbewahrung ihr p_H in saurer Richtung geändert haben ausser Nr. 1, wo das Umgekehrte der Fall ist, und dass die beiden Proben 4 und 5, die dasselbe p_H besitzen (5,1) und demselben Bestand entstammen, von denen aber die eine einen stärker mit Laub gemischten Roh-humus darstellt, grosse Verschiedenheiten zeigen.

Die Unterschiede zwischen verschiedenen Rohhumusformen, die die Ver-suche ergeben haben, scheinen z. T. erklärt werden zu können durch die Annahme bodenmikrobiologischer Differenzen, z. B. einer unterdrückten Ni-trifikationsflora in den besseren Humusformen, die in den schlechteren fehlt (vgl. die neueren bodenmikrobiologischen Untersuchungen von WINOGRADSKY) z. T. aber auf Verschiedenheiten in dem stickstoffhaltigen Material oder auf dem Vorhandensein von Giftstoffen in den schlechteren Proben zu beruhen. Betreffs der ersteren Möglichkeit vgl. SÜCHTING 1925; nach diesem Verfasser würde der Stickstoff im Rohhumus hauptsächlich in Form von Pyridin, Chi-nolin, Akridin und derartigen Verbindungen vorliegen, die schlechte Stick-stoffquellen für die Organismen darstellen. In der Vermoderungsschicht müssen jedenfalls leichter zersetzbare Verbindungen in ansehnlicheren Mengen vorkom-men. Weitere Untersuchungen, um die Sache aufzuklären, sind im Gange.

Kap. XIV. Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchungen.¹

1. *Einfluss von Förmaterial, Klima und geologischer Unterlage auf die Humusbildung im Nadelwald.* Eine erschöpfende Behandlung der vorliegenden Fragen ist gegenwärtig nicht möglich. Dies beruht unter anderem auf unserer allzu unvollständigen und unsicheren Kenntniss der Natur der Humusstoffe. Wir befinden uns hier innerhalb eines der schwierigsten und kompliziertesten Gebiete der organischen Chemie. Das oben vorgelegte Beobachtungsmaterial gibt jedoch Anlass zur Diskussion gewisser Ergebnisse von grösserer Bedeutung.

Vor allem scheint es wichtig, die grosse Rolle hervorzuheben, die die Eigenschaften der Förna für die Humusdecke spielen. Die Reaktionszahl und der Gehalt der Förna an basischen und sauren Pufferstoffen üben offenbar einen sehr grossen Einfluss auf die Beschaffenheit der Humusdecke aus. Am schärfsten zeigt sich dieser Einfluss wohl in den nordischen Nadelwäldern, wo der Humus eine Decke oder Schicht auf dem Boden bildet, die nur in geringem Masse durch die Tätigkeit von Insekten und Würmern mit der darunterliegenden Mineralerde vermischt wird. Ausserdem wird der direkte, chemische Einfluss des Bodens in diesen Wäldern dadurch verringert, dass im Podsolboden die oberste Schicht der Mineralerde durch den Einfluss der Witterungsprozesse besonders arm an löslichen Basen geworden ist. Eine an Basen, vor allem an Kalk, reiche Mineralerde kann nämlich sonst als Puffer wirken, indem sie die durch die Vermoderung der Förna gebildeten sauren Humusstoffe neutralisiert. In seiner Arbeit über den Einfluss des Untergrundes auf den Waldboden teilt TAMM (1921) die verschiedenen Gesteinsarten mit Rücksicht auf ihre Kalkwirkung ein und hat damit ohne Zweifel diejenige Eigenschaft des Untergrundes hervorgehoben, die bei der Bildung des Waldbodens in einem humiden Klima von der grössten Bedeutung ist. Je grösser die Kalkwirkung, um so grösser ist die Möglichkeit, dass die Zerfallsprodukte des sauren Förmaterials des Nadelwaldes mehr oder minder neutralisiert werden. Doch spielt hierbei die Topographie eine wichtige Rolle. Der gelöste Kalk wird von den höher gelegenen Stellen an den Fuss der Abhänge geschafft, und der Kalkgehalt des Bodens beeinflusst vor allem die Böden mit beweglichem Grundwasser. Besonders stark ist natürlich die Wirkung in den eigentlichen Kalkgegenden, oder wo die Moräne mit silurischen Kalksteinen vermischt ist. Im östlichen Jämtland, in den Kirchspielen Bodsjö, Bräcke und Revsund, ist die Humusdecke im reinen Nadelwald in tieferen Niveaus oft mullartig, und ihre Reaktionszahlen nähern sich dem Neutralpunkt (s. Seite 445, 447 und 448). In diesen Gegenden kann auch eine ihrer Konsistenz nach ziemlich typische Rohhumusdecke eine verhältnismässig hohe Reaktionszahl aufweisen, erklärlich durch den für eine Rohhumusdecke ungewöhnlich hohen Gehalt an assimilierbarem Kalk (vgl. z. B. den Kiefernwald bei Bräcke, die Wälder auf den Höhen ringsum Bodsjö). Das Wasser, das diese Waldböden durchfeuchtet, zeigt oft, besonders in tieferen Niveaus, einen grossen Gehalt an gelöstem Kalk. Im Herbst 1921 wurden bei einem Besuch dieser Gegenden einige Wasserproben aus gegrabenen Löchern oder kleineren Mulden im Boden entnommen und ihr Kalkgehalt später an der Versuchsanstalt durch Herrn Ingenieur K. LUNDBLAD bestimmt. Eine bei Skurun im

¹ Betreffs dieses Kapitels ist der deutsche Text eine direkte Übersetzung des entsprechenden schwedischen.

Kirchspiel Bodsjö aus Waldboden entnommene Wasserprobe enthielt pro Liter 16,7 mg CaO, eine Probe von Stavre in Revsund 45,4 mg und eine andere aus derselben Gegend 73,9 mg. Dies sind sehr hohe Werte, verglichen mit dem Kalkgehalt des Wassers in kalkarmen Gegenden. Nach Untersuchungen von MALMSTRÖM (1923, S. 68) wechselt im Versuchsforst Kulbäcksliden der Kalkgehalt des Quellwassers zwischen 2,8 und 5,0 mg CaO pro Liter und der des Flusswassers von 2,0 bis 3,0 mg pro Liter. Nach den Untersuchungen von LUNDBLAD (1926) hat das Quellwasser im Versuchsforst Siljansfors einen Kalkgehalt von 2,9—6,1 mg pro Liter, das Flusswasser Gehalte von 2,4—6,8 mg pro Liter und das Wasser der Seen 2,0—2,4 mg pro Liter. Aber selbst wenn der Kalkgehalt so gering ist wie in Siljansfors, kann eine günstige Topographie Bedingungen schaffen für eine in gewisser Hinsicht kalkbetonte Vegetation, d. h. Wälder vom *Anemone hepatica*-Typus. Die Stellen in Siljansfors, wo dieser Waldtypus auftritt, liegen so, dass die Oberfläche oder die obersten Schichten des Bodens bei hohem Wasserstand von durchsickerndem Wasser durchfeuchtet werden. Die Humusdecke wird mullartig, die Reaktionszahl sehr hoch, $p_H = 5,0$, und der Gehalt an assimilierbarem Kalk steigt durchschnittlich bis zu 1,46 % des Glühverlustes oder Humusgehaltes. Die Nitrifikation ist oft lebhaft und der Wald hochproduktiv. Auch die unter dem Einfluss von Quellwasser stehenden Wälder haben einen kalkreicheren Humus, im Gebiet des Stickosälsbäcken bis zu 2,74 % des Glühverlustes. Das p_H liegt um 5,5, die Salpeterbildung erreicht sehr hohe Werte. Weitere von fließendem Wasser beeinflusste Waldbestände in Siljansfors sind die kräuterreichen Fichtensumpfwälder, die in den Quellabflussgebieten vorkommen. Das p_H ihrer Humusdecke ist 4,9—5,5, der Gehalt an assimilierbarem Kalk 1,77—3,06 % und die Nitrifikation in der Humusschicht ansehnlich.

Zu den von fließendem Wasser beeinflussten Gebieten gehört auch eines der ertragreichsten im Versuchsforst Siljansfors, das sogenannte Plentergebiet südlich der Eisenbahn (vergl. S. 426). Die Reaktionszahlen liegen zwischen p_H 4,6 und 4,8. Verjüngungsschlag erhöht kräftig die Nitrifikation in der Humusdecke, und natürliche Verjüngung ist leicht hervorzubringen. Die Bodenfeuchtigkeit und der lebhaftes Stickstoffumsatz bilden günstige Vorbedingungen für ein gutes Gelingen des Plenterversuches.

Eine Vegetationskarte über den Versuchsforst Siljansfors gibt eine gute Vorstellung von dem Einfluss der Topographie auf die Humusbildung. Man sieht, dass eine Pflanze wie *Anemone nemorosa* in ihrer Ausbreitung gewissen Bahnen oder Linien folgt, die gerade mit dem Lauf des Wassers im Waldboden zusammenfallen. Ähnliche, wenn auch nicht ganz so schöne Beispiele für die Einwirkung der Topographie auf die Humusbildung zeigt der Versuchsforst Kulbäcksliden. Die etwas feuchten Abhänge tragen Wälder vom *Dryopteris*-Typus, die Mulden oder Züge mit reichlicher durchsickerndem Wasser Wälder mit *Geranium silvaticum*. Der Einfluss der Topographie auf die Humusbildung macht sich stärker geltend im nördlichen als im südlichen und mittleren Schweden. Solche Arten, die bei der Beurteilung der Waldbodenbeschaffenheit als Leitpflanzen wichtig sind, wie *Anemone nemorosa*, *Anemone hepatica* und *Oxalis acetosella*, sind im südlichen und mittleren Schweden von der Topographie ziemlich unabhängig; diese Pflanzen kommen dort auch auf ziemlich trockenem Boden vor. Im nördlichen Schweden, vielleicht mit Ausnahme stark kalkreicher Gegenden, beschränkt sich ihr Vorkommen auf

Böden, die fließendes Wasser durchfeuchtet; dies gilt besonders für die *Anemone*-Arten. Es liegt hier eine in pflanzengeographischer Hinsicht interessante und wichtige Verschiedenheit vor zwischen der Vegetation des nördlichen Schwedens einerseits und der südlichen und mittleren Teile des Landes andererseits. Die Verschiedenheit dürfte in Zusammenhang stehen mit der im nördlichen Schweden stärkeren Podsolierung des Bodens und der damit verknüpften stärkeren Auswaschung der obersten Bodenschichten. Das fließende Wasser mit seinem, wenn auch geringen Gehalt an Elektrolyten, besonders Kalksalzen, wirkt indessen günstig auf die Humusdecke ein und ruft in Norrland lokal Waldbodentypen von südlicherem Gepräge hervor.

Die Rolle, die das Klima für die Humusbildung spielt, tritt deshalb am klarsten hervor auf kalkarmem Boden, der nicht unter dem Einfluss von längs oder nahe der Bodenoberfläche sickerndem Wasser steht, sondern wo die Wasserbewegung in der Hauptsache in vertikaler Richtung geht, m. a. W. wo das Klima und nicht die Topographie die Auswaschung regelt. Vergleicht man nun in topographischer Hinsicht einigermaßen gleichwertige Lokalitäten innerhalb der hier fraglichen Untersuchungsgebiete, z. B. die Waldböden im Schwarzwald, in Bärenthoren, im südlichen, mittleren und nördlichen Schweden, so ergibt sich eine merkwürdige Übereinstimmung in bezug auf die Reaktionszahl der Humusdecke sowie auf den Gehalt an sauren und basischen Pufferstoffen, aber Verschiedenheiten in bezug auf die Lebhaftigkeit des Stickstoffumsatzes. Die ersten Eigenschaften sind bestimmt durch die Beschaffenheit des Förmaterials, auf die letzteren wirkt hingegen das Klima, vor allem die Temperatur. In den sehr mächtigen und zähen Rohhumusdecken der alten Fichtenwälder Norrlands und den dünnen und lockren Humusdecken der Nadelwälder im Schwarzwald oder dem mittleren Schweden ist die Übereinstimmung in bezug auf Reaktionszahl und Gehalt an Pufferstoffen eine auffallende; es geben sich hier die Eigenschaften des Förmaterials kund. Beim Beginn der Vermoderung werden die leichter abspaltbaren Stickstoffverbindungen umgesetzt und in Ammoniak oder etwas Salpeter überführt. Hat jedoch die Vermoderung ein gewisses Stadium erreicht, wie in der Humusstoffschicht, so sind nur die schwerer zugänglichen Stickstoffverbindungen übrig (s. Kap. XIII, 3).

Der ganze Verlauf macht den Eindruck, dass die Humusbildung in einer solchen Humusdecke der Hauptsache nach eine Fortsetzung der Umwandlungsprozesse ist, die im vergilbenden Blatt begonnen haben, und dass der Unterschied zwischen den dünneren, lockeren Humusdecken und den zähen, mächtigen wesentlich in der Geschwindigkeit liegt, mit der der Zerfall fortschreitet, weniger in entscheidenden chemischen Verschiedenheiten. Es ist natürlich nicht möglich, auf Grund des vorliegenden Beobachtungsmaterials und unserer gegenwärtigen Kenntnis von der Natur der Humusstoffe, sich über diese Frage zu äussern. Darf man — was möglich und sogar wahrscheinlich ist — annehmen, dass das Förmaterial azidoider Natur ist (vgl. MICHAELIS 1922, S. 206—209, PAGE 1926 a), so besteht vielleicht die gesamte Humusbildung in der von der Mineralerde unbeeinflussten Humusdecke darin, dass die durch die Azidoide gebundenen metallischen Kationen mehr und mehr durch Wasserstoffionen ersetzt werden, was allein durch die Einwirkung von Wasser geschehen kann. Eine derartige Auffassung der Natur der Humusstoffe erlaubt auch, wie PAGE (a. a. O.) hervorhebt, eine einheitliche Erklärung der von KAPPEN (1917, 1920) aufgestellten verschiedenen Formen der Boden-

azidität. Die Theorie über die Natur der Humusstoffe wird auch auf unsere Auffassung von der Beschaffenheit der Humusextrakte einwirken. In dem Masse, wie die an die komplexen Humusstoffe gebundenen metallischen Kationen durch Wasserstoffionen ersetzt werden, werden sie leichter ausgewaschen und die Podsolierung der Mineralerde beschleunigt. Eine solche Auffassung schliesst jedoch nicht den Gedanken aus, dass eine gleichzeitige Bildung wirklicher Säuren bei der Vermoderung stattfindet. Das Förmaterial ist ja in chemischer Hinsicht nicht homogen, seine Bestandteile sind von verschiedener Beschaffenheit und können auf verschiedene Weise abgebaut werden. In diesem Zusammenhang kann nicht näher auf diese Fragen eingegangen werden. Vorläufig sei auf die zitierten Arbeiten von MICHAELIS, PAGE und die von letzterem referierten Arbeiten des russischen Forschers GEDROIZ hingewiesen. Ich hoffe jedoch bald Gelegenheit zu haben in einem anderen Zusammenhang auf diese Fragen zurückzukommen.

Indessen zeigen sowohl meine Untersuchungen wie die von KAPPEN (1917), dass die saure Humusdecke des Nadelwaldes ihre natürlichste Erklärung in der Beschaffenheit des Förmateriales findet. Die Theorie einer durch Luftmangel in der Rohhumusdecke verursachten Fäulnis, die Säuren erzeugt, im Gegensatz zu der bei freiem Luftzutritt erfolgenden Vermoderung, ist meiner Meinung nach unnötig und nicht durch Beobachtungen gestützt. Die genauen Luftanalysen von ROMELL (1922) zeigen, dass die Rohhumusdecke in den nordischen Nadelwäldern, selbst wenn sie dick und von grosser Mächtigkeit ist, sowie der darunterliegende Boden, in der Regel so gut durchlüftet ist wie der Mullboden. Einen Sauerstoffmangel in normalen, nicht versumpften Rohhumusböden konnte ROMELL nicht nachweisen. Was den Charakter der Rohhumusdecke im Nadelwald bestimmt, ist also vor allem die Geschwindigkeit, mit welcher die Zersetzung des organischen Abfalles vor sich geht. Hier spielt das Klima seine grosse Rolle. In den gut geschlossenen Fichten- und Tannenwäldern des Schwarzwalds ist die Humusdecke dünn und locker (s. Fig. 48), die Zersetzung der organischen Reste ist eine lebhafte. In den unvorsichtig gelichteten Beständen bildet sich jedoch wie in unseren nordischen Nadelwäldern eine ungünstige Rohhumusdecke aus (s. Fig. 47), und auf den offenen Kahlschlägen erreicht das Heidelbeer- oder Heidekraut eine gewaltige Entwicklung. Was besonders das Heidelbeerkraut betrifft, so herrscht ein bemerkenswerter Unterschied zwischen dem Schwarzwald und Norrland. Eines der besten Mittel, die Rohhumusdecke in den alten durchplenterten Fichtenwäldern Norrlands umzuwandeln, ist der Kahlschlag: das Heidelbeer- und Preiselbeerkraut verschwindet, die Moose sterben ab, und die dicke Rohhumusdecke beginnt sich umzuwandeln. Beim Anblick des üppig wuchernden Heidelbeerkrautes auf den Kahlschlägen im Schwarzwald versteht man wohl, dass die Forstmänner in Süddeutschland in dem Kahlschlag einen Rohhumusbildner sehen. Zwischen dem Schwarzwald und Norrland besteht jedoch ein grosser Unterschied in klimatischer Hinsicht. Der Schwarzwald hat ein Klima von atlantischem Gepräge. Dies zeigt unter anderem die Vegetation (siehe z. B. OLTMANN 1922, TROLL 1925). Der Niederschlag ist bedeutend, 1,000—1,200 mm. Das Klima von Norrland ist mehr kontinental, die Sommer-temperatur kann ziemlich hoch sein, während gleichzeitig der Niederschlag genügend gross ist, um eine lebhafte Vermoderung auf den Kahlfächen zu unterhalten. Auf Nordabhängen, besonders in einiger Höhe über dem Meer,

wie 300—400 m im oberen Ångermanland, steigt jedoch die Temperatur nicht genügend, um die Vermoderung der Rohhumusdecke auf den Kahl-schlägen zu beschleunigen. An solchen Stellen sind für die günstige Umwandlung der Humusdecke andere Eingriffe erforderlich, z. B. Brennen oder Bodenbearbeitung. Wenn einerseits ein sehr niederschlagsreiches Klima zur Bildung einer Rohhumusdecke beitragen kann, so kann andererseits ein allzu trockenes Klima dieselben Folgen haben. Die Humusdecke trocknet zu stark aus an der Oberfläche. Handelt es sich um Mull, so verschwindet die Bodenfauna oder nimmt ab, wodurch eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Mullbildung verloren geht. Hat schon der geschlossene Bestand eine Rohhumusdecke, so kann die Hiebfläche so weit austrocknen, dass die Zersetzungsprozesse gehemmt werden. In solchen Fällen kann demnach die von WIEDEMANN (1924) und EHRENBURG (1922) vertretene Auffassung ihre Berechtigung haben. Die Reaktion der Humusdecke einer gewissen forstlichen Massnahme gegenüber muss der Natur der Sache gemäss sich unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen verschieden gestalten. Diese Tatsache kann nicht kräftig genug betont werden.

Zwischen der dünnen und mehr lockeren Humusdecke, wie z. B. der in den wohlgeschlossenen Fichten- und Tannenbeständen des Schwarzwaldes oder in den Wäldern im mittleren Schweden einerseits, und den ebenso oder weniger sauren, jedoch dickeren Rohhumusdecken in Norrland liegt eine Verschiedenheit vor betreffs ihrer Einwirkung auf den Boden. Die podsolierende Wirkung der letzteren ist offenbar stärker. Nach TAMM (1920) steht die Mächtigkeit der Bleicherde in Beziehung zu der der Humusdecke. Der humusbildende Pflanzenabfall ist indessen in den mitteleuropäischen und mittelschwedischen Nadelwäldern ebenso reichlich — ja, vermutlich reichlicher als in den norrländischen. Die Humusdecke ist in beiden Fällen etwa gleich sauer mit einer prozentual gleichgrossen Menge von Pufferstoffen. Der in Frage stehende Unterschied der Einwirkung der Humusdecken auf den Boden muss also in dem weiteren Schicksal der sauren Pufferstoffe gesucht werden. Unter einem günstigen Klima dürften sich diese Stoffe leichter zu Kohlensäure und Wasser oxydieren, während unter einem humideren und kühleren Klima ein grösserer Teil in Lösung geht. Auch die sauren Humusstoffe sind oxydierbar. Es ist bekannt, dass sie einem stillstehenden Wasser den Luft-sauerstoff mehr oder weniger vollständig zu entziehen vermögen (siehe z. B. HESSELMAN 1910). LUNDEGÅRDH (1921) und ROMELL (1922) haben in Buchen-rohumus eine lebhafte Kohlensäurebildung beobachtet, und nach noch nicht veröffentlichten Untersuchungen fand letzterer in dem Rohhumus in Kiefern-wäldern vom *Vaccinium*-Typus eine sehr lebhafte Kohlensäureproduktion. Bei höherer Temperatur findet eine Steigerung der Kohlensäureproduktion statt, und eine geringere Menge der sauren, löslichen Humusstoffe wird auf den Boden einwirken. Selbstverständlich spielt auch das Auswaschen an und für sich eine Rolle. Je grösser die Niederschlagsmengen sind, die durch den Boden nach dem Grundwasserniveau rinnen, um so stärker ist die Auswaschung. Hier hat man einen Einfluss der Humidität des Klimas. Eine Durchsicht der Faktoren, durch welche man die Humidität des Klimas auszudrücken pflegt, zeigt indessen, dass unser Land, wenigstens innerhalb grosser Gebiete, kein ausgeprägt humides Klima hat (HESSELMAN 1924). Es muss also die Temperatur auch direkt eine Rolle für die Podsolierung spielen. Infolge der

relativ niedrigen Sommertemperatur wird vor allem in den nördlichen Teilen Schwedens nur ein geringer Teil der sauren Pufferstoffe des Nadelwaldes oxydiert, auf den Boden wirkt also ein grösserer Teil als in wärmeren Ländern mit derselben Humidität des Klimas. Demzufolge spielt die Temperatur eine direkte Rolle für die Podsolierung des Waldböden Schwedens (vgl. HESSELMAN 1924).

Die saure Reaktion und der grosse Gehalt der sauren Humusdecke des Nadelwaldes an sauren Pufferstoffen ist nach der hier vorgetragenen Auffassung eine natürliche Folge der Eigenart des Förmaterials. Die saure Beschaffenheit der Humusdecke ist nicht durch abnorme Prozesse hervorgerufen. Ob die Humusdecke dünn, locker, Mor-artig wird oder dick, zähe, die Verjüngung und den Zuwachs des Waldes belästigend oder hemmend, hängt von der Schnelligkeit ab, mit der die Zersetzung des Förmaterials vor sich geht. Die podsolierende Wirkung der Humusdecke hängt von den Wassermengen ab, die hindurchrinnen und in den Boden sickern, und von der Geschwindigkeit, mit welcher die sauren Pufferstoffe zu Kohlensäure und Wasser oxydiert werden. Je mehr Wasser durch die Humusdecke geht, um so stärker wird die Podsolierung, die Oxydation der sauren Stoffe aber wirkt diesem Prozess entgegen. Doch ist wahrscheinlich nicht alle saure Reaktion im Boden von gleicher Art. Auch ein an und für sich weniger saures Förmaterial kann die Bildung von saurem Rohhumus veranlassen. Wir wollen dies im folgenden Abschnitt etwas eingehender erörtern.

2. *Der Einfluss der Bestandszusammensetzung auf die Humusdecke.* Nach Obigem ist zu erwarten, dass eine Veränderung der Zusammensetzung des Bestandes eine Veränderung der Humusdecke zur Folge habe. Meine Untersuchungen haben auch gezeigt, dass dies in hohem Grade der Fall ist in den nordischen Nadelwäldern mit Einmischung von Birke, Espe, Weide oder anderen Laubbäumen. Die Reaktionszahl sowie der Gehalt an sauren und alkalischen Pufferstoffen in der mehr oder weniger rohhumusartigen Humusdecke wird stark beeinflusst.

Aber auch in mehr lockeren, mullartigen Humusformen bemerkt man den Einfluss des Förmaterials. NĚMEC und KVAPIL (1925) haben in einer kürzlich veröffentlichten Arbeit über die Beziehung zwischen den physikalischen Eigenschaften des Waldbodens und dessen Reaktionszahl nachgewiesen, dass das p_H steigt, d. h. der Boden weniger sauer wird, wenn seine Luftkapazität zunimmt. Wie dieser Zusammenhang erklärt werden soll, darauf gehen die genannten Forscher nicht näher ein; sie scheinen ihn direkt mit der Tatsache in Verbindung bringen zu wollen, dass bei vermindertem Luftzutritt mehr Säuren bei der Vermoderung des organischen Abfalls entstehen. Es lassen sich jedoch auch andere Ursachen denken. Eine grössere Luftkapazität wird durch eine lebhaftere Vermischung der Humusstoffe mit der Mineralerde geschaffen, wodurch rein mechanisch der Gehalt an sauren Stoffen vermindert wird. Es können auch die kalkreicheren Böden sein, also die an und für sich minder sauren, die am lockersten werden, d. h. die grösste Luftkapazität erreichen. Wie dies nun auch sein mag, in diesem Zusammenhang ist es interessant, dass von Böden mit gleicher Luftkapazität, z. B. etwa 20—25 %, der Boden unter Fichten ein p_H von 4,8—5,2 hat, derjenige unter Kiefern ungefähr 5,0, unter Buchen etwa 5,8, unter Eschen etwa 6 und unter Eichen etwa 5,0. Die Reaktionszahlen des Bodens verhalten sich untereinander unge-

fähr wie die Reaktionszahlen der entsprechenden Förnaarten nach meinen Untersuchungen. Die Nadelbäume haben den sauersten Boden, die Eiche, deren Förna saurer ist als die von Buche und Esche, hat auch einen stärker sauren Boden als diese Laubbäume.

Indessen kann bekanntlich auch ein wenig saures Förnamaterial eine sauer reagierende Humusdecke erzeugen. Dafür liefert der Buchenrohhumus ein Beispiel. ROMELL (1922) hat auf Hallandsås die Durchlüftung in einer 2 dm dicken Buchenrohhumusdecke untersucht und sie sehr gut gefunden. Man darf demnach annehmen, dass auch eine derartige saure Rohhumusdecke ausschliesslich infolge gehemmter Vermoderung entstehen kann. Je langsamer die Vermoderung, je stärker die Auswaschung, um so vollkommener dürften die Metallionen in der Humusschicht durch Wasserstoffionen ersetzt werden. Die alkalischen Pufferstoffe werden vermindert, die sauren nehmen zu. Die untersuchten Proben von Buchenrohhumus aus Bärenthoren waren reich an sauren, aber arm an alkalischen Pufferstoffen. Damit eine saure Humusdecke auf diese Weise von einem wenig sauren und verhältnismässig an Basen reichen Förnamaterial erzeugt werde, ist indessen eine starke Auswaschung oder eine langsame Vermoderung oder beides erforderlich.

Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, dass eine gehemmte Durchlüftung die Reaktionszahl und den Gehalt an sauren Stoffen beeinflussen kann. Bei gehemmter Luftzufuhr können Säuren oder saure Stoffe anderer Art entstehen, als bei der normalen Vermoderung einer sauren Förna. Eine derartige Säurebildung braucht keine abnormen oder ungewöhnlichen Reaktionszahlen zur Folge zu haben, wenn der Boden reich an Pufferstoffen ist. Die gebildeten Anionen können doch wesentlich verschieden sein von denen, die bei einer normalen Vermoderung entstehen.

In den dichten verwobenen Nadelmassen, die man in dichtgeschlossenen Kulturfichtenwäldern den Boden bedecken sieht, können infolge von Luftmangel wahrscheinlich Säuren oder sauer reagierende Stoffe anderer Art gebildet werden, als die für die normale Zersetzung der Fichtennadeln kennzeichnenden.

Ein Beispiel einer solchen Säurebildung dürfte man auch in der abnorm mächtigen Rohhumusdecke auf Suodasholmen in Hornavan (s. S. 495) haben. Die Reaktionszahl ist 3,5 oder 3,6, also nicht abnorm, aber der Gehalt an sauren Pufferstoffen ist sehr gross. In der Titrationskurve liegt die HCl-Linie links von der KCl-Linie, in der Humusdecke addieren sich also freie Wasserstoffionen zu denen der Salzsäure.

Um einen richtigen Einblick in die Natur der verschiedenen Rohhumusformen und deren Einfluss auf Bestand, Boden und Verjüngung zu gewinnen, scheint mir eine scharfe Scheidung der verschiedenen Formen von sauren Humusdecken vonnöten zu sein. Eine Humusdecke, deren saurer Charakter eine Folge der Beschaffenheit des Förnamaterials ist, kann sicher ganz wesentlich andere Eigenschaften haben als eine solche, deren saure Stoffe durch unzureichende oder stark verzögerte Vermoderung entstehen. Die skandinavischen natürlichen Nadelwälder auf kalkfreiem Grund haben der Hauptsache nach eine Humusdecke der ersteren Art, die saure Humusdecke vieler Kulturfichtenwälder hingegen dürfte von der letzteren Art sein. Die Unterscheidung dieser verschiedenen Arten von Humusdecken dürfte für ein tieferes Verständnis des gesamten Humusproblems im Walde von sehr grosser Bedeutung

sein. Eine vollständige Aufklärung dieser Fragen setzt jedoch eine gründlichere und klarere Kenntnis der Humusstoffe voraus, als sie uns vorläufig zu Gebote steht. Aber durch genaue Studien im Freien und durch Vergleiche zwischen der Beschaffenheit der Förna und der Humusdecke in verschiedenen Beständen kann sicher vieles gewonnen werden.

Eine besonders interessante und wichtige Aufgabe wäre es auch, die Natur der stark sauren Mullformen näher aufzuklären. Sie zeichnen sich unter anderem durch eine oft lebhaftere Nitrifikation aus (siehe z. B. WEIS). Auch die Abhängigkeit des gesamten Verlaufs der Mullbildung vom Förnaterial wäre von grossem Interesse zu kennen. Da die vorliegenden Untersuchungen hauptsächlich den Nadelwäldern vom nordischen Typus galten, stand diese Frage für mich mehr im Hintergrund. Die mullbildenden Föرنen der edlen Laubbäume können freilich sauer sein (z. B. Eichenblätter), aber sie sind reich an basischen Pufferstoffen. Übrigens wäre es auch wichtig zu wissen in welcher Weise die durch die Würmer besorgte Umwandlung (Koprofektion) des Förnaterials auf die Pufferstoffe einwirkt. Der Mull ist erwiesenermassen gewöhnlich arm an Pufferstoffen.

3. *Die forstliche Bedeutung der Waldtypen.* In der obigen Darstellung wurde in grosser Ausdehnung die Beschaffenheit der Bodenvegetation herangezogen, um die untersuchten Wälder zu kennzeichnen und verschiedene Typen zu unterscheiden. Ich bin hierbei der alten Tradition in schwedischer forstbiologischer Forschung gefolgt, deren Spuren schon in ÖRTENBLADS Untersuchungen in den 1880-er Jahren zu finden sind, und die, von LUNDSTRÖM, SERNANDER, HÖGBOM, ALB. NILSSON und anderen gegründet und entwickelt, vom ersten Beginn an für die Arbeiten der forstlichen Versuchsanstalt ein leitender Gesichtspunkt gewesen ist. Im Jahre 1909 veröffentlichte CAJANDER seine bekannte Arbeit über Waldtypen, in der er sie als Normen für die forstliche Bonitierung empfiehlt. Er hielt dafür, dass die Zugrundelegung der Waldtypen für die Bonitierung allen Baumarten gemeinsame, natürliche Bonitätsklassen schaffen würde, was einen Vergleich des Ertrags verschiedener Baumarten auf verschiedenem Boden erleichtern würde. Ohne Zweifel wäre dies ein grosses Ziel. Der Vorschlag CAJANDER's konnte jedoch aus mehreren Gründen weder von der schwedischen Versuchsanstalt noch von den schwedischen Forstmännern im übrigen angenommen werden. Schon bei der engen Begrenzung der verschiedenen Waldtypen in CAJANDER's erster Arbeit ergibt sich in ein und demselben Waldtypus und innerhalb sehr begrenzter Waldgebiete (z. B. Staatsforst Evois) eine starke Variation bezüglich des Zuwachses der Bestände, und die verschiedenen Typen greifen betreffs dieser Variation stark ineinander über. Dasselbe Ergebnis wurde erhalten bei der Taxierung der Wälder in Värmland 1914, wo verschiedene Waldtypen unterschieden wurden, und wo gleichzeitig eine Bonitierung nach dem Höhenzuwachs der Bäume stattfand. Im Prinzip war das Ergebnis hier dasselbe wie das von CAJANDER in seiner ersten Arbeit dargelegte: grosse Variation bezüglich des Zuwachses innerhalb eines und desselben Typus, jedoch Unterschiede in bezug auf den durchschnittlichen Zuwachs. Demzufolge muss eine Bonitierung, die sich auf Waldtypen gründet, unsichere Ergebnisse liefern, bei Anwendung auf einen bestimmten Wald oder ein bestimmtes kleineres Gebiet. Es können ja innerhalb des Gebietes eine überwiegende Anzahl Plus- oder Minusvarianten des in Frage stehenden Typus vorhanden sein. Kennen wir die durch-

schnittliche Ertragsfähigkeit der betreffenden Waldtypen in einem bestimmten Gebiet, so kann man mit einer solchen Bonitierungsmethode natürlich für das Gebiet geltende Durschnittswerte angeben, für die einzelnen Bestände jedoch erhält man unsichrere Ergebnisse als bei Gründung der Bonitierung auf den Zuwachs der Bäume. Soll eine Bonitierung nach CAJANDER'S Prinzipien eine praktische Bedeutung haben, so dürfen die Gebiete nicht besonders gross sein. Man denke nur an solche allgemeinen Typen wie CAJANDER'S *Myrtillus*- oder *Oxalis-Myrtillus*-Typus. Zu diesen Typen gehört die überwiegende Menge der Fichtenwälder Schwedens. Der Ertrag dieser Typen wechselt sehr in einem Land wie Schweden, wo das Klima variiert mit der Höhe über dem Meer, dem Breitengrad oder der Entfernung von Meer und Seen. Für das ganze Land geltende Durchschnittswerte für die Ertragsfähigkeit dieser Typen können also nur einen allgemein statistischen Nutzen haben.

Es will mir auch scheinen, dass man in Finnland, wo unter CAJANDER'S energischer Leitung die Waldtypen als Normen für die Bonitierung eingeführt worden sind, die Schwierigkeiten nicht zu überwinden vermochte, die eine derartige Methode mit sich bringt. Aus den Untersuchungen ILVES-SALO'S (1922) geht hervor, dass auch nach der Art, wie die finnländischen Forstmänner die Typen begrenzen, die Ertragsvariation gross ist und die Typen ohne Grenze ineinanderfliessen. CAJANDER (1923 S. 8) selbst muss zugeben, dass die Benennung der Waldtypen nach der Vegetation leicht irreführen kann, da Wälder vom *Myrtillus*-Typus hinsichtlich der Bodenbedeckung stark von dem *Myrtillus*-Typus abweichen können, oder dass z. B. in dem *Oxalis-Myrtillus*-Typus die für ihn charakteristische Pflanze, *Oxalis acetosella*, fehlt. Wenn man ausserdem, wie z. B. CAJANDER & ILVESSALO (1921 S. 70), empfiehlt, den nach der Vegetation benannten Bonitätstypus nach dem Zuwachs der Bäume zu bestimmen, und sogar sich dahin ausspricht, dass in Zukunft die taxatorischen Gesichtspunkte wahrscheinlich für die auf die Vegetation gegründete Typeneinteilung entscheidend sein werden, befindet man sich in einem für klares wissenschaftliches Denken gefährlichen Kreisgang; besteht ein enger Zusammenhang zwischen Bestandszuwachs und Bodenvegetation, so ist das Verfahren unnötig, ist ein solcher Zusammenhang nicht vorhanden, so ist es verwerflich. Mit Rücksicht auf unsere gegenwärtigen Kenntnisse erscheint es mir als das einzig Richtige, die Bonitätsklassen mit einer gewisse Produktion angehenden Ziffern zu benennen und an Ort und Stelle die verschiedenen Bonitätsklassen hinsichtlich des Zuwachses der Bäume zu unterscheiden, dabei der Anhaltspunkte sich bedienend, die die Vegetation zu liefern vermag. Eine Bezeichnung der Bonitätsklassen nach der Vegetation erweckt meiner Ansicht nach den für die Entwicklung der forstbiologischen Forschung gefährlichen Anschein eines intimeren Zusammenhangs zwischen lebender Bodendecke und Baumzuwachs, als es dem gegenwärtigen Standpunkt der Forschung entspricht. Ein anderer Grund, warum die CAJANDERSCHEN Waldtypen als Bonitätstypen ungeeignet sind, ist der, dass die Bonität bezw. der Waldtypus als von der Baumart unabhängig betrachtet wird. Damit hängt die Frage nach der Einwirkung des Bestandes auf die Untervegetation zusammen. CAJANDER vertritt bekanntlich die Auffassung, dass dieser Einfluss gering oder von untergeordneter Bedeutung ist. Wird der Waldtypus allein nach der Bodenvegetation bestimmt, so kann man von solch einem Ausgangs-

punkt aus in einen »circulus in demonstrando« geraten. Die Verschiedenheiten, die hinsichtlich der Vegetation in den Beständen mit verschiedenen Baumarten vorkommen, sollen nicht auf dem Einfluss der Bäume beruhen, sondern sich dadurch erklären lassen, dass man es mit verschiedenen Waldtypen zu tun hat. Um die Frage zu entscheiden, ist es erforderlich, die Bodenvegetation in Beständen verschiedener Baumarten zu untersuchen, aber auf Böden, die in bezug auf Exposition, geologische Beschaffenheit, Wasserzufuhr u. s. w. einander so ähnlich wie möglich sind. Wenn auch unsere drei nordischen Baumarten, Kiefer, Fichte und Birke, wenigstens im nördlichen Schweden keinen sehr auffallenden Einfluss auf die artenarme Bodenvegetation unserer Nadelwälder ausüben, so zeigen doch ILVESSALO's (1922) Untersuchungen, dass die Fichte durch ihre stärkere Beschattung mehrere Arten ausschliesst. Was die edlen Laubbäume angeht, wie Eiche, Buche, Linde, Ulme, ist die Sachlage etwas anders. Auch wenn man den Gedanken aufgeben muss, dass gewisse Pflanzen stets als Begleiter gewisser Baumarten auftreten, sind die Verhältnisse recht verwickelt. LINKOLA (1924), der die Waldtypen in der Schweiz studiert hat und für sie CAJANDER's Auffassung anwenden will, hat doch, soweit ich sehen kann, nichts anderes bewiesen, als dass die Einwirkung des Bestandes auf die Bodenvegetation sich auf verschiedenen Böden verschieden äussert, was an und für sich nichts Erstaunliches ist. Die Untersuchungen von RUBNER in den Urwäldern von Bialowics sprechen jedoch sehr dafür, dass der Bestand als solcher die Bodenvegetation beeinflusst (RUBNER 1925, S. 293), und der finnländische Forscher WIDAR BRENNER (1922), der gleichzeitig Botaniker und Bodenforscher ist, hat für finnländische Wälder den Einfluss der Baumart auf die Bodenvegetation nachgewiesen. Aber auch wenn die Bodenvegetation nicht von den verschiedenen Baumarten beeinflusst wird, kann doch die Ertragsfähigkeit des Bodens unter ihrer Einwirkung stehen. Dies geben auch die Anhänger der finnländischen Schule zu, was aus der interessanten Untersuchung über die Korrelation zwischen dem Bestandszuwachs und den Eigenschaften des Bodens von YRJÖ ILVESSALO (1923), einem Schüler CAJANDER's, hervorgeht. In dieser Arbeit sagt er (S. 3—4), dass der Bestand um so günstiger auf den Boden einwirkt, je üppiger sein Wachstum ist, da er aus tieferen Bodenschichten das mineralführende Grundwasser aufnimmt und auf dem Boden Waldstreu ablagert, bei deren Zersetzung die stickstoffassimilierenden Organismen den Stickstoffvorrat des Bodens steigern. Dies ist eine klare Aussage über den Zusammenhang zwischen Bestand und Bodenbeschaffenheit, die sich mit meiner Auffassung deckt. Da die Wurzeln der verschiedenen Baumarten verschieden tief in den Boden eindringen und ihre Föna verschiedene Beschaffenheit hat, muss auch ihre Einwirkung auf den Boden verschieden sein. Einer von den Baumarten unabhängigen Einteilung in Waldtypen zu Bonitierungszwecken ist damit der Boden entzogen, mit Ausnahme solcher Gebiete, wo kein Wechsel der Baumart stattgefunden hat, und wo die Entwicklung nicht durch eine gestockte Vermoderung der Humusdecke gehemmt worden ist. In Schweden sind jedoch solche Gebiete sehr begrenzt. Hiebe und Waldbrände haben in die Verteilung der Baumarten eingegriffen, und auch unter ganz natürlichen Verhältnissen kann die Vermoderung in der Humusdecke stocken.

Der Bestand und seine Pflege wirken mannigfaltig auf den Boden ein,

durch die Beschaffenheit der Förna, durch den Einfluss auf Verdunstung, Temperatur und Fauna. Bestand und Boden stehen in einem gewissen Verhältnis zueinander. Je nach der geologischen Beschaffenheit, der Wasserzufuhr, dem Klima u. s. w. kann der Einfluss des Bestandes wechseln, sich manchmal stärker, manchmal schwächer geltend machen. Für eine rationelle Waldkultur ist es jedoch von grossem Gewicht, dieses Zusammenwirken klarzulegen.

CAJANDER'S Lehre von den Waldtypen, die in der ausländischen Forstliteratur grosse Beachtung gefunden hat, hat jedoch keine Anhänger gewonnen, wo es die Anwendung der Waldtypen als Bonitätseinheiten gilt. RUBNER (1925), der dieser Frage ein interessiertes Studium gewidmet hat, kann CAJANDER'S Lehre für Deutschland nicht annehmen, vor allem weil dort ein Wechsel verschiedener Baumarten auf demselben Boden stattgefunden hat. Er bezeichnet sie seinerseits als irreführend für alle Nadelwälder, deren Boden früher Laubbäume getragen hat. CAJANDER (1923 S. 7) spricht allerdings von Modifikationen eines Waldtypus infolge der Einwirkung einer gewissen Baumart, z. B. der Fichte, da aber diese Modifikationen über Hunderte von Jahren hinaus bestehen können, so hat man ziemlich wenig Nutzen von einer auf die Waldtypuslehre gegründeten Bonitierung, abgesehen von der Schwierigkeit und Unsicherheit, in der Praxis den nicht modifizierten Waldtypus zu rekonstruieren. Hier müssen sich die subjektiven Gesichtspunkte leicht auf Kosten der objektiven geltend machen. Gleiche Ansichten hegen LEININGEN (1922), HARTMANN (1923) und KRAUSS (1924). WIEDEMANN (1924) spricht sich für die CAJANDER'schen Waldtypen aus, aber seine Untersuchungen über den Umsatz in der Humusdecke, die sich ganz an meine eigenen anschliessen, deuten auf eine Änderung der Bestandsbonität infolge der Einwirkung verschiedener Baumarten hin. Hier in Schweden haben sich TAMM und PETRINI (1922) gegen die Bonitierung auf Grund der Waldtypen ausgesprochen und hinter ihnen stehen wohl praktisch ausnahmslos alle schwedischen Forstmänner. In Dänemark hat die CAJANDER'sche Lehre ein verständnisvolles Interesse gefunden bei BORNEBUSCH (1925 S. 207). Er schliesst sich jedoch nicht der CAJANDER'schen Bonitierungsmethode an, sondern stellt neben den Grundtypen besondere Zustandstypen auf, bedingt durch den Einfluss der Baumart und der Bestandspflege auf die Humusdecke. Dies ist ein Standpunkt, der nahe übereinstimmt mit dem von mir schon 1914 diskussionsweise vertretenen, und den ich auch in meinen Vorlesungen über Bodenkunde an der forstlichen Hochschule verfechte. Die Schwierigkeit liegt nicht nur darin, die verschiedenen Zustandstypen auf bestimmte »Grundtypen« zurückzuführen, sondern auch den Einfluss abzuschätzen, den der mehr oder weniger lang andauernde »Zustand« voraussichtlich auf den Ertrag des Bodens ausüben wird.

Das Studium der Waldtypen an der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens hat von Anfang an ein anderes Ziel verfolgt als die Aufstellung gewisser Bonitätsklassen. Die Waldtypen sollen dazu dienen unsere hinsichtlich ihrer Zusammensetzung wechselnden Bestände in biologisch gleichwertige Typen einzuteilen, die infolge ihrer verschiedenen geographischen Lage (Höhe über dem Meer, Breitengrad u. s. w.), des verschiedenen Zustandes ihrer Humusdecke, ihrer verschiedenen Entwicklungsgeschichte eine wechselnde Ertragsfähigkeit haben können, die aber doch im grossen und ganzen einigermassen

gleichartig auf forstliche Massnahmen reagieren. Vom schwedischen Gesichtspunkt aus möchte man die Waldtypen »Behandlungstypen« nennen anstatt Bonitierungstypen. Soweit in der CAJANDER'schen Waldtypenlehre betont wird, dass bestimmte Waldtypen eine in grossen Zügen gleichartige Behandlung fordern, kommt der finnländische Standpunkt dem schwedischen nahe. An der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens wird bei der Unterscheidung der Waldtypen in erster Linie die Vegetation beachtet, und der Zuwachs der Bäume darf auf die Bestimmung der Typen nicht einwirken. In einem Wald vom *Myrtillus*-Typus muss *Myrtillus* und die anderen vorzugsweise charakteristischen Pflanzen vorhanden sein, und in einem Wald vom *Oxalis-Myrtillus*-Typus dürfen *Oxalis acetosella* und andere den Typus kennzeichnende Pflanzen nicht fehlen. Die Waldtypen, wie wir sie unterscheiden, entsprechen den Assoziationen der Pflanzengeographen, wobei es natürlich nicht ausgeschlossen ist, dass eine andere Assoziationsbegrenzung verwendet wird als die von gewissen Pflanzengeographen benutzte. An der Versuchsanstalt wird das Studium der Waldtypen in erster Linie mit Rücksicht auf die kausalen Zusammenhänge betrieben und bezweckt, die Faktoren, die auf den Zuwachs des Bestandes einwirken, und den Einfluss der forstlichen Massnahmen auf diese Faktoren zu erforschen. Es sei ohne Vorbehalt zugegeben, dass wir durch unsere Untersuchungen nur gewisse — lange nicht alle — Faktoren kennenlernen können. Vieles ist jedoch schon durch das Beherrschen einiger Faktoren gewonnen. Die prinzipiell neue und abweichende Form, die das alte Minimumgesetz LIEBIG's allmählich angenommen hat, und nach welcher die verschiedenen Faktoren in der Weise zusammenwirken, dass wie u. a. ROMELL (1924, 1926) hervorgehoben hat, die verschiedenen Zuwachsfaktoren in dem dynamischen System, das sie zusammen bilden, einander vertreten können, liefert eine gute Stütze für eine solche Auffassung. Sollte man auch den Minimumfaktor nicht beeinflussen können, wenn man gewisse Zuwachsfaktoren beherrscht, so kann man doch auf den Zuwachs der Pflanze einwirken, da der Minimumfaktor um so besser ausgenutzt wird, je vorteilhafter die übrigen Zuwachsfaktoren sind. Von diesem Ausgangspunkt soll versucht werden, auseinanderzusetzen, welche Möglichkeiten die Waldkultur hat, um die Ertragsfähigkeit des Bodens zu beeinflussen.

4. *Die Möglichkeit der rationellen Bestandspflege die Ertragsfähigkeit des Bodens zu erhöhen.* Die Faktoren oder richtiger die Gruppen von Faktoren, die das Produktionsvermögen eines Waldbodens beherrschen oder bestimmen, sind das Klima, der Wasserreichtum des Bodens, die Beschaffenheit der Humusdecke und der Mineralerde. Durch eine rationelle Waldpflege kann man in erster Linie auf den Zustand des Humus einwirken; dieser steht jedoch auch unter dem Einfluss anderer Faktoren, des Klimas, der Wasserzufuhr und der chemischen Beschaffenheit der Mineralerde. Sofern man nicht zu Kunstdüngung greift, was in den meisten Fällen aus ökonomischen Gründen für die Forstwirtschaft nicht in Frage kommt, können die Zuwachsfaktoren, die die Mineralerde birgt, nur indirekt verändert werden. Mit verhältnismässig geringem Geldaufwand kann überflüssiges Wasser aus dem Waldboden fortgeschafft werden; in selteneren Fällen kann man Wasser zuführen, wo die Feuchtigkeit zu gering ist. Diese Massnahmen für die Bodenpflege liegen jedoch ausserhalb des Rahmens dieser Untersuchungen. Durch Durchforstung wird die Temperatur in den obersten Bodenschichten beeinflusst; die Temperatur

kann gesteigert und der Umsatz in der obersten Humusdecke beschleunigt werden. Die Eigenschaften dieser letzteren werden jedoch am meisten durch die Zusammensetzung des Bestandes beeinflusst. Durch Einmischung von Laubbäumen kann die Reaktionszahl der Humusdecke in Nadelwäldern in alkalischer Richtung verschoben werden, wodurch bessere Voraussetzungen für die Mobilisierung des Stickstoffes geschaffen werden. Auch können für die Pilze, welche die für die Nahrungsaufnahme der Nadelbäume wichtigen Mykorrhizen bilden, die Wachstumsbedingungen verbessert werden. Nach MELIN'S (1925) Untersuchungen liegt die den eigentlichen Mykorrhizapilzen am besten zusagende Reaktion bei p_H 4—5, und das absolute Optimum liegt ein wenig unter 5. Die lebhafteste Ammoniakkbildung ohne gleichzeitige stärkere Nitrifikation findet statt bei einem p_H von 4,4—4,9 (s. Figg. 39—41). Eine Einmischung von Birke oder Espe in den nordischen Nadelwäldern verursacht leicht eine Verschiebung der Reaktionszahl der Humusdecke nach diesem Wert hin, während die Humusdecke des reinen Nadelwaldes unter sonst gleichen Bedingungen eine niedrigere Reaktionszahl hat, d. h. einen saureren Humus. Ein sehr bedeutender Teil der schönsten und ertragreichsten Nadelwälder Schwedens hat sich aus Beständen mit Birkeneinmischung entwickelt und dabei hat sicher diese letztere eine grosse Rolle gespielt. Für die Wälder der Hochgebirge hat NORDFORS (1923) durch seine eingehenden Studien nachgewiesen, welche grosse Bedeutung die Birke in bodenbiologischer Hinsicht für die Entwicklung der Fichte hat. Ausserordentlich schöne Beispiele hierfür habe ich selbst in den Gebirgsgegenden Jämtlands (Dunnervattnet) und Lapplands (Stensele) gesehen. Bei zunehmendem Alter des Bestandes verschwindet die Birke nach und nach, zuerst *Betula pubescens*, die in Norrland kein höheres Alter erreicht. Die schwächere Einmischung dieser Birkenart, wie sie in älteren Fichtenwäldern vorkommt, scheint ohne Bedeutung für die Ertragsfähigkeit des Bodens zu sein (vergl. Fig. 74). Auch wenn die Birke nur den jugendlichen Nadelwaldbestand zu beeinflussen vermag, so darf ihre Bedeutung keineswegs unterschätzt werden. Ob die günstige Einwirkung der Birke auf die Humusdecke mit ihrem Verschwinden aus dem Bestand — durch die Axt oder das Alter — aufhört, ist bis jetzt noch eine offene Frage. Ich neige indessen zu der Ansicht, dass dies nicht der Fall ist. Die dem Boden durch das Birkenlaub zugeführten Mengen an alkalischen Pufferstoffen dürften sehr lange die Vermoderung in günstiger Richtung beeinflussen können. Wenn man so gut wie immer findet, dass eine Humusdecke, die einigermaßen reich an alkalischen Pufferstoffen ist, einen für den Bestand günstigeren Verlauf der Vermoderung zeigt als ein an solchen Stoffen armer Humus, liegt es verlockend nahe, in der Einmischung von Birke, Espe u. s. w., die einen charakteristischen Einschlag in den nordischen Nadelwäldern ausmachen, ein sehr wichtiges Moment für ihre gesunde Entwicklung zu sehen. Die meisten forstlichen Verfasser Schwedens, wie HOLMGREN (1914), WAHLGREN (1917, 1922), WALLMO und ÖRTENBLAD, sind auch Freunde einer Birkeneinmischung in dem Nadelwald. Die Birke spielt jedoch eine verschiedene Rolle unter verschiedenen äusseren Verhältnissen. In kalkreichen Gegenden, wie im östlichen Jämtland, wo auch der Humus des reinen Nadelwaldes reich an alkalischen Stoffen ist, dürfte die Birke eine minder wichtige Rolle für den Nadelwald spielen. Wo aber die Moräne so gut wie ausschliesslich aus kalkarmen Graniten und Gneisen besteht, ist das Verhältnis

ein anderes. Aber auch in solchen Gegenden wechselt, allem nach zu urteilen, der Wert der Birke. Wo der Boden etwas feucht ist, vermodert das Laub am besten. Hier hat wohl die Birke die grösste Bedeutung, also in solchen Waldtypen wie den Fichtenwäldern vom *Dryopteris*- und *Geranium silvaticum*-Typus. Aber auch in Fichtenwäldern von *Vaccinium*-Typus übt die Birke deutlich einen günstigen Einfluss auf die Humusdecke aus; dies zeigen u. a. meine Untersuchungen über die Stickstoffmobilisierung in verschiedenen Rohhumusdecken (s. S. 354). In Kiefernheiden mit eingemischter Birke hat man oft stark den Eindruck, dass hier die Birke eine wichtige Rolle spielt. Das ist wohl auch der Fall, obgleich in meinen Versuchen die Humusdecken der Kiefernwälder mit Birkeneinmischung keine lebhaftere Stickstoffmobilisierung aufgewiesen haben.

Eine Frage, die wenigstens im Kreise der praktischen Forstmänner lebhaft diskutiert worden ist, ist die nach der Rolle der Dimensionsplenterung für die Entwicklung der Rohhumusdecke in den alten Nadelwäldern. Es dürfte die gewöhnliche Meinung sein, dass durch solche Hiebe der Bestand auf eine unzweckmässige Weise gelichtet wird, so dass infolge davon das Heidelbeerkraut zunimmt und die Rohhumusbildung befördert wird. Welche Mächtigkeit eine derartige Rohhumusdecke erreichen kann, geht u. a. aus Fig. 66 hervor; die in Fig. 74 und 75 abgebildeten Wälder haben jedoch eine noch mächtigere Rohhumusdecke. Ist nun die Ausbildung einer derartigen Rohhumusdecke dem Heidelbeerkraut zuzuschreiben, oder ist dieses letztere nur ein Indikator für die Beschaffenheit der Rohhumusdecke? Ich habe mich früher für die erste Ansicht ausgesprochen (HESSELMAN 1917, S. 946—948), bin aber jetzt mehr unschlüssig. Der Beschaffenheit der Förna nach zu urteilen, hat man keinen Anlass, in dem Heidelbeerkraut einen gefährlicheren Rohhumusbildner zu sehen. Das Blatt der Heidelbeere ist reich an alkalischen Pufferstoffen und in dieser Hinsicht günstiger beschaffen als die Kiefer- und Fichtennadel. Möglich ist, dass, wie ich bereits früher hervorgehoben habe, das Heidelbeerkraut durch sein dichtes Wurzelsystem und seine grosse Blattoberfläche die Humusdecke derart austrocknet, dass die Vermoderung aufhört. Ich glaube jedoch, dass die Erklärung anderswo zu suchen ist. In den alten Rohhumusdecken sind keine oder nur geringe Mengen von alkalischen Pufferstoffen vorhanden, während in jüngeren Beständen die Humusdecke reich an solchen ist, besonders in der Vermoderungsschicht. In der Humusdecke werden diese Stoffe verbraucht oder ausgelaugt, es müssen also stets neue alkalische Pufferstoffe zugeführt werden. Der Abfall der Förna ist hier die wichtigste Quelle. Allem nach zu urteilen, ist der Nadelabfall in den alten, lichten und schlecht wachsenden Fichtenwäldern unbedeutend, u. a. infolge der geringen Dichte des Bestandes. Die Förna der Bodenvegetation kann die verminderte Zufuhr seitens der Bäume nicht ersetzen. Die Humusdecke wird also arm an alkalischen Pufferstoffen, und da der Bestand doch noch zu geschlossen ist, als dass die Sonne den Boden stärker erwärmen könnte, hört die Vermoderung auf. Gleichzeitig wird, wie meine Untersuchungen zeigen (Kap. XIII:6), der Stickstoff fest gebunden und schwerzugänglich für die Organismen, die den Pflanzenabfall des Waldes zersetzen, eine Erscheinung, die jedoch ihre besondere Erklärung verlangt. In der Rohhumusdecke sammelt sich nach und nach ein Nährstoffkapital, das keine Zinsen einbringt. Dies ist jedoch nicht alles. Aus Untersuchungen, die ich binnen

kurzem veröffentlichen werde, geht hervor, dass in einer derartigen Rohhumusdecke für Kiefern- und Fichtenwurzeln schädliche Pilzarten leben. Die Entwicklung muss in vollkommen andere Bahnen gelenkt werden, wenn der Boden in einen ertragskräftigeren verwandelt werden soll. Eine solche Umwandlung geht auf Kahlhieblflächen vor sich und hat in grosser Ausdehnung auf gebranntem Boden stattgefunden. Die Humusdecke in geschlossenen, auf Brandstellen entstandenen Beständen ist reich an alkalischen Pufferstoffen, besonders wo Birke, Espe und ähnliche Laubbäume eingemischt sind. Die Stickstoffmobilisierung ist lebhaft (Kap. XIII: 6), und in der Humusdecke leben, wie die eben erwähnten Untersuchungen zeigen, für Kiefer und Fichte günstige Pilzarten. Der scharfe Kontrast zwischen den alten, mit Flechten behangenen, schlecht wachsenden Fichtenwäldern (s. Figg. 64, 68, 71, 74, 75) und den schönen, gut wachsenden oder leicht verjüngten Beständen, die auf gebranntem Boden entstanden sind, ist also leicht erklärlich im Hinblick auf die Verschiedenheit der Humusbeschaffenheit. Dass das Feuer überwiegend einen günstigen Einfluss auf Verjüngung und Wachstum des Waldes gehabt hat, schliesst natürlich nicht aus, dass es auch viele Male, besonders auf trockenem Boden, schädlich gewirkt hat. Es ist indessen sehr wahrscheinlich, dass der Kahlschlag, der in Norrland oft eine lebhaftere Vermoderung und eine Vermehrung der alkalischen Pufferstoffe zur Folge hat, sich als eine sichrere und in vielen Fällen bessere Massnahme erweisen wird als das Abbrennen des Bodens (s. Fig. 72). Da das Abbrennen aber unter gewissen Umständen notwendig zu sein scheint, ist gegenwärtig eine Untersuchung an der Versuchsanstalt in Gang gesetzt, um den Einfluss des Abbrennens auf eine alte Rohhumusdecke zu erforschen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung dürften bald veröffentlicht werden.

Was die norrländischen moosreichen Fichtenwälder oder Nadelmischwälder betrifft, so stützen also meine Untersuchungen die Ansicht, dass durch Einmischung von Birken in junge Bestände, durch besseren Bestandsschluss und verkürzte Umlaufszeit leichter eine gute Vermoderung und eine lebhaftere Stickstoffmobilisierung des Humusstickstoffs aufrechterhalten werden kann, als es der Fall ist in dem alten, durchplenterten Naturwald. Der Durchschnittsertrag wird gesteigert und die Schwierigkeiten, mit denen wir nun bei der Verjüngung zu kämpfen haben, werden wesentlich verringert. Die oben besprochenen Massregeln müssen die Humusdecke in günstiger Richtung beeinflussen; der Gehalt an alkalischen Pufferstoffen wird zur Zeit der Gründung des Bestandes sehr gross. Durch Vermeiden unnötiger Lichtstellung und durch Verkürzung der Umlaufszeit wird der Degeneration entgegengewirkt, die mit der Abnahme dieser Pufferstoffe eintritt. Doch geraten nicht alle Fichtenwaldtypen mit derselben Leichtigkeit in ein steriles Rohhumusstadium. Wo ausser den Zwergsträuchern auch Kräuter den Boden bedecken, »degenerieren« die Wälder weniger leicht als da, wo ausschliesslich Moose und Zwergsträucher wachsen; am wenigsten leicht degeneriert der Boden derjenigen Wälder, wo der Kalkgehalt des Bodens eine Mullbildung begünstigt oder hervorruft. Nimmt man Rücksicht auf die Forderungen des Bodens, so muss die Umlaufszeit nach dem Waldtyp gewählt werden. Die Überlegenheit der kräuterreichen Bestände über die an Zwergsträuchern reichen dürfte u. a. in der Beschaffenheit der Bodenvegetation zu suchen sein. Die Förna der Kräuter ist günstiger-weniger sauer und reicher an alkalischen Pufferstoffen als die der Zwerg,

sträucher, Eigenschaften, die zur Bildung einer guten Humusdecke beitragen müssen. Vor kurzem hat BORNEBUSCH (1925, s. 248—249) betreffs der Bedeutung der Kräuter im Buchenwald die Ansicht ausgesprochen, dass sie die Humusdecke auf eine vorteilhafte Weise beeinflussen.

Im Vorhergehenden habe ich hauptsächlich die in Norrland herrschenden Verhältnisse behandelt, wo der grösste Teil der Untersuchungen ausgeführt worden ist. Im mittleren und südlichen Schweden dürften die Birke und ähnliche Laubbäume eine ebenso bedeutungsvolle Rolle in der Entwicklungsgeschichte des Nadelwaldes spielen wie in Norrland. Vielleicht ist sogar die Rolle der Birke noch grösser, da sie direkt eine Kräuter- und Grasvegetation hervorzurufen scheint, die den Boden und die Humusbildung günstig beeinflusst. Das schöne Wachstum der Fichte in alten Birkenweidewäldern ist wohl bekannt. Ich habe darüber noch keine eingehenderen Untersuchungen angestellt, die Frage dürfte aber bald an der Versuchsanstalt zur Behandlung aufgenommen werden.

Eine andere Frage, die, vorläufig wenigstens, mehr das südliche und mittlere Schweden und den südlichen Teil Norrlands bis Medelpad angeht, bezieht sich auf den Bodenzustand in den wohlgeschlossenen Nadelwaldbeständen, wo die Bodenbedeckung ausschliesslich oder grösstenteils aus *Hylocomia* besteht. Unsere Forstmänner sind allgemein der Ansicht, dass diese Bestände den Forderungen der Waldpflege in bezug auf hohen Ertrag und guten Bodenzustand wohl entsprechen. Was den Bodenzustand betrifft, so bestätigen meine Untersuchungen die Auffassung der praktischen Forstleute; die Reaktionszahl ist oft, aber nicht immer, etwas höher als in den zwergstrauchreichen Beständen, der Gehalt an alkalischen Pufferstoffen oft ansehnlich, die Stickstoffmobilisierung lebhaft und der Stickstoff nach Infektion leicht nitrifizierbar. Für die allgemeine Auffassung, dass eine Einwanderung von Preisel- und Heidelbeere in solche Bestände eine Verschlechterung des Bodens bedeutet, sprechen gewisse Beobachtungen aus dem Versuchsforst Siljansfors, während andere aus Jönåker und den Wäldern von Alkvettern in eine andere Richtung gehen. Ich will deshalb bis auf weiteres diese Frage offen lassen.

Für die südlichsten Teile Schwedens kommen nicht nur die Birke, Espe u. s. w. als Bodenverbesserer in Betracht, sondern auch die Buche spielt hier eine Rolle. Es sei an dieser Stelle an die bekannten und schönen Untersuchungen WIBECKS (1909) erinnert, welche zeigen, wie die Buche in dem südlichen Teil von Småland nach und nach vor der Fichte weichen musste. Für viele dieser Böden hat sicher diese Einwanderung der Fichte eine Verschlechterung bedeutet. Wie LUNDBLAD vor kurzem gezeigt hat, kann der Boden in diesen Gegenden durch die Einwanderung der Fichte verändert werden; der Mull wird in eine mehr oder weniger ausgeprägte Rohhumusdecke verwandelt, und das Braunerdeprofil, das mit der Mullform verknüpft ist, wird in ein deutliches Podsolprofil verwandelt. Eine derartige Entwicklung muss in diesen Gegenden als eine Degeneration des Bodens betrachtet werden. Der Gang der Entwicklung lässt sich jedoch im Hinblick auf die verschiedenen Eigenschaften der Fichtennadeln und Laubblätter leicht erklären. Es ist wohl noch eine offene Frage, ob die Entwicklung zurückgelenkt werden kann zu Mullerde mit Braunerdeprofil, und wie dies eventuell geschehen könnte.

Die Einwirkung der Bestandspflege auf den Boden berührt nur die obersten

Bodenschichten, die Humusdecke und den von Würmern und Insekten bearbeiteten Teil. Es kommt also hauptsächlich der Teil des Bodens in Betracht, wo der Stickstoff mobilisiert wird, und wo eine Assimilation des freien Stickstoffes der Luft stattfindet. Diese Prozesse in eine für den Bestand günstige Richtung zu führen, ist ein Problem, das in hohem Grade die Aufmerksamkeit der Forstleute verdient.

Meine Untersuchungen zeigen, dass die Stickstoffmobilisierung oder der Reichtum an assimilierbarem Stickstoff einer der Faktoren ist, der am kräftigsten das Wachstum des Bestandes beeinflusst. Zu derselben Auffassung kommt ILVESSALO (1923) bei einer Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Bestandes. Bei einer statistischen Behandlung der Analysen von VALMARI (1921) zeigte es sich nämlich, dass eine sehr gute Korrelation vorhanden ist zwischen dem Zuwachs in den untersuchten Kiefernbeständen und dem Kalk- und Stickstoffgehalt des Bodens. Die Faktoren Kalk und Stickstoff in Verein bedeuten aber eine gute Stickstoffmobilisierung.

Die Massnahmen, die zur Begünstigung dieser Faktoren getroffen werden sollen, müssen nach den Umständen gewählt werden. Je nach den klimatischen Bedingungen wechselt die Bedeutung der verschiedenen Laubbäume als Bodenverbesserer. Die Birke, die für die Nadelwälder Schwedens so wichtig ist, spielt nach dem Urteil deutscher Forstleute eine geringere Rolle in Mitteleuropa. Bei uns ist es die Aufgabe der Birke, die Zusammensetzung der Förna zu verbessern, der deutsche Forstmann hingegen wünscht einen reichlicheren Blattabfall als den der Birke, um die Mullbildung zu befördern. In einem wärmeren Klima, wo die Zersetzung der Förna rascher vor sich geht, ist eine reichlichere Menge Blattabfall erforderlich. Es scheint mir auch, als ob diejenigen Laubbäume, die zu dem Pflanzenverein oder dem Waldtypus natürlich gehören, die besten Bodenverbesserer wären. Die Ergebnisse mit künstlich eingeführten, der Entwicklung fremden Elementen sind weniger gut. Die Buche, die in gewissen Waldtypen hinsichtlich der Bodenverbesserung ausgezeichnete Resultate liefert, hat in anderen nur eine geringe Wirkung. Für eine jede bodenverbessernde Waldpflege ist der biologisch bestimmte Waldtypus von Wichtigkeit. Was für den einen Waldtypus gilt, gilt nicht für den anderen. Man darf auch nicht vergessen, dass in der ursprünglichen, geologischen Beschaffenheit des Bodens Faktoren vorliegen, die die Bedeutung unserer Massnahmen beschränken. In letzter Zeit ist dies vielleicht am deutlichsten von ALBERT in Eberswalde (1925) hervorgehoben worden; er hat wichtige Unterschiede in der mechanischen Zusammensetzung des Dünenandes im Waldboden bei Eberswalde nachgewiesen. Der Gehalt des Dünenandes an Feinmaterial bestimmt seine Fähigkeit, das Wasser zurückzuhalten, wodurch wiederum seine forstlichen Eigenschaften beeinflusst werden. Die Einpflanzung von Buche in Kiefernwälder zwecks Bodenverbesserung kann auf gewissen Böden erfolgreich sein, auf anderen dagegen nicht. Manch ein begeisterter deutscher Forstmann hat, indem er der ursprünglichen Verschiedenheit des Bodens nicht genügend Aufmerksamkeit widmete, sich verleiten lassen, die Bedeutung gewisser forstlicher Massnahmen zu übertreiben. Zu diesen dürfte, späteren Untersuchungen nach zu urteilen, der für eine forstliche Bodenpflege begeisterte, hervorragende Forstmann WIEBECKE zu rechnen sein. In den letzten Jahren hat sich Bärenthoren in

Anhalt durch seine forstliche Bodenpflege bekannt gemacht, wo der Besitzer, Kammerherr von KALITSCH, eine ausserordentliche und grossartige Arbeit darauf verwendet hat, den Boden zu verbessern. Seine Forstwirtschaft hat bekanntlich MÖLLER (1920) als Dauerwaldwirtschaft bezeichnet. Die Wälder von Bärenthoren hat kürzlich WIEDEMANN (1925) in Tharandt zum Gegenstand einer kritischen Untersuchung gemacht. Er kommt zu der Auffassung, dass man den ursprünglichen Zustand des Waldes unterschätzt und daher den Einfluss der Bestandspflege auf seinen gegenwärtigen Zustand zu hoch eingeschätzt hat; er sieht den Grund der guten Verjüngung in ursprünglichen Eigenschaften des Bodens, wie z. B. seine Fähigkeit, Wasser in passender Menge zurückzuhalten. Durch vergleichende Untersuchungen über Höhenzuwachs und Verjüngung in angrenzenden, geologisch gleichartigen Revieren zeigte es sich, dass die die »Dauerwaldwirtschaft« kennzeichnenden Massnahmen keine nachweisbare Verbesserung zur Folge gehabt hatten. Man muss zugeben, dass durch die Untersuchungen WIEDEMANN's die grossen Hoffnungen, die man auf das Ergebnis einer auf Bodenverbesserung hinzielenden Waldpflege gesetzt hatte, in hohem Masse gesunken sind. Die ersten Mitteilungen über die bemerkenswerten Folgen der Dauerwirtschaft waren jedoch derart, dass sie dem kritischen Leser unglaublich erschienen. Da ich selbst Gelegenheit gehabt habe, Bärenthoren zu sehen, eine Anzahl von dorthier stammender Humusproben untersucht und auch ein kürzeres Kapitel in WIEDEMANN's Buch geschrieben habe, so erlaube ich mir einige Äusserungen in dieser Frage.

Aus meinen Untersuchungen scheint hervorzugehen, dass die von v. KALITSCH angewandten bodenverbessernden Massnahmen, Reisigdüngung und Eimpflanzung von Laubbäumen, in den verschiedenen Teilen des Waldes einen verschiedenen Einfluss gehabt haben, aber auch, dass die besten Ergebnisse hinsichtlich der Beschaffenheit der Humusdecke an denjenigen Stellen zu finden waren, die in geologischer Hinsicht am meisten begünstigt sind. Hierher gehören z. B. Jagen 1, 4, 42 und 43. Innerhalb dieser Gebiete hat die Reisigdüngung und die Eimpflanzung von Eiche eine günstige Wirkung gehabt. In anderen Jagen, z. B. 10 und 16, ist das Ergebnis schlechter; hier sind auch die Voraussetzungen in geologischer Hinsicht weniger gut. Ein solches Resultat kann jedoch meines Erachtens weder als unerwartet noch als entmutigend betrachtet werden. Es entspricht ja nur der Natur der Sache, dass in einem durch Streunutzung oder auf andere Weise misshandelten Waldgebiet die bodenverbessernden Massregeln am frühesten dort ein gutes Ergebnis zeigen werden, wo die besten Voraussetzungen für die Bildung einer günstigen Humusdecke vorhanden sind. Besonders ist es mir aufgefallen, dass in einem Gebiet, Jagen 1 und 4, das vor v. KALITSCH's Zeit wegen des reichlichen Vorkommens des Heidekrautes bekannt war, und wohin man im Herbst die Bienenstöcke des Honigsammelns wegen brachte, nun Mullpflanzen wuchsen, wie *Fragaria vesca*, *Viola riviniana*, *Dactylis glomerata*, *Filipendula hexapetala*, *Galium rotundifolium*. Hier scheint v. KALITSCH starke Gründe für seine Ansicht über eine Veränderung der Flora durch Reisigdüngung zu haben. Der Einfluss der Eiche scheint mir gleichfalls recht augenfällig zu sein, wenn auch örtlich beschränkt; man findet den guten Mull unter den Eichenkronen, aber nicht ausserhalb derselben. Da ich hoffe, Bärenthoren bald wieder zu besuchen, so begnüge ich mich vorläufig damit, hervorzuheben, dass meinem bestimmten Eindrucke nach die Methoden von v. KALITSCH, Reisigdüngung

und Einpflanzen von Laubbäumen, innerhalb gewisser Teile von Bärenthoren augenfällige, günstige Ergebnisse gezeitigt haben, an anderen Stellen hingegen nicht. Zur objektiven Beurteilung der Frage ist es jedoch notwendig, geologisch gleichwertige Gebiete zu vergleichen, wobei die Untersuchung sich auch auf geologisch mehr begünstigte erstrecken muss. Nur nach einer solchen eingehenden Untersuchung kann der Wert der Massnahmen v. KALITSCH's objektiv beurteilt werden.

Von den Forstmännern Mitteleuropas wird die Buche als Bodenverbesserer hoch geschätzt und hat gar den Namen »die Mutter des Waldes« erhalten. Sicher hat sie unter gewissen Klimaverhältnissen eine grosse Fähigkeit, einen guten Bodenzustand zu schaffen. Besonders schön zeigt sich dies, meiner Ansicht nach, im Böhmerwald, nicht nur im Kulturwald, sondern auch in dem bekannten Urwald auf Kubani, wo in einem Gebiet ohne Buche die Humusdecke ausgeprägte Rohhumusnatur hat, sonst aber mullartig ist. In Kulturwäldern von Fichte bei Eleonorenhain war die Humusdecke rohhumusartig, im Lärchenwald dagegen ausgeprägt mullartig (Tab. 42: 5). Die Lärchenadeln sind zwar sauer und reich an sauren Pufferstoffen (Kap IX: 2), sie sind aber reicher an basischen Pufferstoffen als die Fichten- und Kiefernadeln. Ihre Titrierkurve erinnert an diejenige der Eichenblätter. Auch in Schweden haben die Lärchennadeln eine im Vergleich zu den Kiefern- und Fichtennadeln günstigere Einwirkung auf die Humusdecke. Beispiele dafür habe ich bis zu Lappland hinauf gesehen, z. B. bei Husbondliden im Kirchspiel Lycksele in jüngeren Kulturbeständen von sibirischer Lärche. RAMM (1911) und HARSCH (1912) sind bei ihren Studien über die Wälder im Schwarzwald zu der Auffassung gelangt, dass der Boden verschlechtert worden ist, nachdem man reine Nadelwaldbestände zu erziehen begann, und dass früher, als die Bestände mit Buchen gemischt waren, die Verjüngung leichter war. In diesem Zusammenhang ist es auch von Interesse, dass unter denjenigen Teilen der Wälder im Revier Langenbrand, wo Dr. EBERHARD keine Bodenbearbeitung vorzunehmen brauchte, um die Verjüngung zu begünstigen, eben die mit Buchen gemischten Tannenbestände waren. Bei mässiger Lichtung trat hier in der Humusdecke ein reger Umsatz ein. Zerstreute nitratophile Pflanzen fanden sich ein, und auf dem Boden wurden reichlich schöne Tannenpflanzen angetroffen.

Nicht nur klimatische und geologische Faktoren sind aber entscheidend für den Grad von Bodenverbesserung, die eine Laubholzart bewirken kann. Auch rein biologische Verhältnisse spielen eine grosse Rolle. Die schnelle Vermoderung des Buchenlaubes am Boden des Urwaldes auf Kubani, in einem ziemlich kalten und rauen Klima, spricht in eindrucksvoller Weise für die grosse Bedeutung der im Boden lebenden Organismen — Pilze, Bakterien, Würmer, Arthropoden — für die forstlich günstige Zersetzung der Waldstreu. Die in diesem Urwald bestehende Bilanz zwischen der Bildung und der Zersetzung der Förna wird wohl am besten durch die Annahme einer reichen, an den Waldtypus angepassten Fauna und Flora von förnazersetzenden Organismen im Boden erklärt. Wenn diese Lebewelt durch unzweckmässige Massnahmen seitens des Menschen zerstört worden ist, dauert es geraume Zeit, bevor die bodenverbessernden Holzarten, die man einführt, ihren günstigen Einfluss zeigen. Damit hängt wahrscheinlich zusammen, dass eben die

Laubholzarten, die zur normalen Entwicklung eines Waldtypus gehören, die grösste Bedeutung in bodenbiologischer Hinsicht zu haben scheinen.

Die Frage nach dem Einfluss der verschiedenen Arten von Forstwirtschaft auf den Boden ist eng verknüpft mit Problemen ökonomischer sowie biologischer Natur. Um klare Ergebnisse zu liefern, müssen die Untersuchungen während einer längeren Reihe von Jahren und unter bekannten Verhältnissen ausgeführt werden. Für solche Untersuchungen sind die Versuchsforste der Versuchsanstalt besonders geeignet. Tönnersjöheden in Halland ist ein ausgezeichnetes Gebiet zur Untersuchung der Verhältnisse im südlichen Schweden, Kulbäcksliden—Svartberget ist geeignet für die Erforschung der wichtigen Frage, wie sich der Boden in den alten, überständigen Norrlandswäldern am besten umwandeln lässt. Siljansfors liefert uns ein gutes Beispiel, wie eine im Zusammenhang mit unserer Eisenindustrie entwickelte Forstwirtschaft die Humusdecke und das Leben im Boden zu beeinflussen vermocht hat. Wird der Versuchsanstalt ein weiterer, vorgeschlagener Versuchsforst, nämlich im Innern des oberen Norrlands, bewilligt, so kann dort eine grössere Anzahl von Bodenproblemen in Angriff genommen werden, die für die Forstwirtschaft Schwedens von Interesse sind.

Die in dieser Arbeit mitgeteilten Untersuchungen können gewissermassen als eine Orientierung in dem Problemkomplex betrachtet werden, der sich hier der Versuchsanstalt zur Erforschung darbietet.

Für die Waldverjüngung spielt die Beschaffenheit der Humusdecke eine augenfällige und unbestreitbare Rolle. Je leichter beeinflussbar die Stickstoffmobilisierung ist, um so günstiger reagiert die Humusdecke auf die Verjüngungsmassnahmen. Da indessen die Frage nach der Beschaffenheit der Humusdecke und der Verjüngung von mehr beschränktem Umfang ist, werde ich sie besonders behandeln in einer demnächst in den Mitteilungen, Heft 23 herauskommenden Arbeit, betitelt: Die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung in der Humusdecke für die früheste Entwicklung der Kiefern- und Fichtenbäumchen.

Kap. XV. Spezialbeschreibungen. (Schwedischer Text S. 381—500.) In dieser Abteilung sind zunächst geographische, geologische, bodenkundliche und pflanzenphysiognomische Daten für die untersuchten Lokalitäten zusammengestellt, aber auch die Ergebnisse der betreffenden Laboratoriumsuntersuchungen, geographisch geordnet, aufgenommen. Das Material ist nach grösseren geographischen Einheiten (Staaten, in Schweden Landschaften), der Hauptsache nach von Süden nach Norden fortgehend, geordnet.

Von einem Referat des Textes dieser Spezialbeschreibungen muss abgesehen werden. Ihr Verständnis für ausländische Leser, die sich für die eine oder andre Einzelheit interessieren, ist aber durch deutsche Übersetzung der Überschriften der Tabellen u. s. w. erleichtert. Im Übrigen sei bemerkt, dass alle *die Humusdecke betreffenden Analysendaten*, die in die Tabellen der Spezialbeschreibung aufgenommen sind, sich auch in der Tabelle 38 (Kap. XIII) zusammengestellt finden, nach Waldtypen geordnet (Referenzziffern in der zweiten Kolumne dieser Tabelle verweisen auf die betreffende Seite und Nummer in den Spezialbeschreibungen). Die Bezeichnungen und Abkürzungen in den Analysentabellen sind oben Kap. IV: 10 erklärt worden. Bei den *Vegetationsbeschreibungen* wurde teils nach RAUNKIÆR (vgl. oben, Kap. IV: 1),

teils nach HULT-SERNANDER verfahren. In einem Einzelfall (Tab. 44) wurde die nach LAGERBERG modifizierte Methode von RAUNKJÆR verwendet mit $\frac{1}{2}$ qm grossen Kleinflächen. In den Tabellen bedeutet F % Frequenzprozent, A % Arealprozent. Die Häufigkeitsbezeichnungen nach HULT-SERNANDER sind:

e = vereinzelt
t = spärlich
s = zerstreut
r = reichlich
y = deckend

Von sonstigen in den Vegetationsanalysen vorkommenden Bezeichnungen bedeutet flv. fleckenweise, inspr. eingesprengt, h hoch, säll. selten, rotvalv auf Wurzeln umgefallener Bäume, stubb. auf Baumstubben.

Die S. 387 nach den lateinischen Pflanzennamen vorkommenden Bezeichnungen beziehen sich dagegen auf die Stärke der Nitratreaktion der Pflanzen (mit Diphenylamin und Schwefelsäure geprüft), und zwar bedeutet: s starke, t ziemlich starke, sv schwache und o keine Reaktion. Einige diesbezügliche Angaben finden sich auch S. 385, 389 und 406: »stark reaktion« = starke, »tydlig r.« = deutliche, »svag« = schwache, »ingen r« = keine Reaktion.

Betreffs der für die Pflanzenbenennung benutzten *Nomenklatur* siehe S. 172.

Die Ziffern zu oberst in den Analysen- wie in den Vegetationstabellen beziehen sich auf die verschiedenen, im nebenstehenden Text angegebenen Lokalitäten. Die lateinischen Pflanzennamen sind überall kursiv gedruckt und somit auch im Text leicht herauszufinden. Die sich auf die Humusdecke beziehenden schwedischen Termini sind oben Kap. V ausführlich erklärt. Um auch den übrigen Text ausländischen Lesern einigermassen zugänglich zu machen, sei nachstehende Liste gegeben.

al(-bestand, -skog) Erle(nbestand, -nwald)
ålder Alter
äldre älter(er, -e)
allmän(na) allgemein(e), häufig(e)
älvsand Alluvialsand
antydning till Andeutung an
årsskott Jahr(estrieb)
asp Espe
avbränd abgebrannt
avdikad entwässert
avverkning(-syta) Abholzung(-sfläche)
avverka, -d abholzen, abgeholzt
bäck Bach
barr(-skog, -träd) Nadel(-wald, -hölzer)
barrbland(bestånd, -skog) Nadelmischwald
bärris *Vaccinia* (einschliesslich *Myrtillus* und *Oxycoccus*)
begrynnande beginnend
berg(-grund, -topp) Gestein(sgrund), Berg(gipfel)
bestånd Bestand
bevuxen bewachsen
björk Birke
blåbär(sris) Heidelbeer(kraut)
blandad med ... mit ... gemischt
blekjord Bleicherde, Bleisand
bok(-blad, -löv) Buchen(-blätter, -laub)

bränna, bränd brennen(auch gebrannte Fläche),
gebrannt
brunjord(styp) Braunerde(typus)
däld Tälchen
död tot
ek Eiche
enbuskar Wacholder
fäladsmark alte Weide (Schonen)
finkornig feinkörnig
förbränd verbrannt
förhärskande vorherrschend
föryngring(syta) Verjüngung(sfläche)
frodig(t) üppig
frö(tallar -träd)Samen(bäume)
fuktig feucht
gallring(syta, -sförsök) Durchforstung(sfläche, -sversuch)
genomarbetad durchgewühlt
genomsipprande vatten durchsickerndes Wasser
genomvävd, -t durchwoben
gråal *Alnus incana*
gran(-barr, -skog) Fichte(-nnadeln, -nwald)
groddplantor Keimpflanzen
grynstruktur Krümelstruktur
häll anstehendes Gestein mit flacher Oberflächengestaltung
hygge Kahlschlagfläche

illa behandlad übel mitgefahren
 inblandning Einmischung
 ingen kein
 jämförelseyta Vergleichsfläche
 kal(yta) Kahl(fläche)
 kalk(-älskande, -berg, -sten) Kalk(-liebend, berg, -stein)
 källkännande flöden quellenartige Grundwasser-läufe
 (i) kant(en av) (am) Rand (von)
 klumpstruktur Krümelstruktur
 kråkris *Empetrum nigrum*
 krongallring Hochdurchforstung
 kväve Stickstoff
 lav(-ar, -behängd, -fläck, -rik, -täck) Flechte(-n, -nbehangen, Fleck mit -n, -nreich, -ndecke)
 låg niedrig
 låga umgefallener Stamm
 låggallring Niederdurchforstung
 lärk Lärche
 lera Lehm
 lid sanfter Abhang
 lingon Preiselbeere
 linnéa *Linnæa borealis*
 ljung(hed) Heidekraut (Heide)
 ljusgrön hellgrün
 lös(t) locker, wenig zusammenhaltend
 löpande årlig tillväxt jährlicher laufender Zuwachs
 löv Laub
 lucka Lichtung, Lücke
 lucker locker
 lund Hain
 mäktig(t) mächtig
 mar(-granar, -tallar) unwüchsige kleine (Fichter, Kiefern)
 massvis massenhaft
 matta, (-or) Matte(n), Teppich(e)
 markbetäckning Bodendecke
 maskar Würmer
 måttligt mässig
 medelålders mittelalt
 metmaskar Regenwürmer
 morän Moräne
 mörkgrön(a) dunkelgrün
 moss(-fläck, -rik, -täck) Moos(-flecken, -reich, -decke)
 multna vermodern
 myr(en) (das) Moor
 något ein wenig
 nästan fast
 nordsluttning Nordabhang
 ö(ar) Insel(n)
 öppen offen
 obränd, -t nicht gebrannt

odon *Vaccinium uliginosum*
 ormbunkar Farne
 orörd ungerührt
 ört(-er, -rik, -vegetation) Kräut(-er, -erreich, -ervegetation)
 prov(yta) Probe(fläche)
 ren(t) rein
 renlav Renntierflechte
 rensa, -d reinigen, gereinigt
 riklig(are) reichlich(er)
 ris Zwergstruch, auch Reisig
 rörlig(t) beweglich
 rostjord Orterde
 rötter Wurzeln
 sandblandad mit Sand vermischt
 sänka Vertiefung
 sidlänt (mark) nass(er Boden)
 silvergran Tanne
 skikt Schicht
 skog Wald
 skott Trieb
 skreva Kluft, Riss
 slåttermark Mähwiese
 sluten geschlossen
 sluttande geneigt
 sörländsk südschwedisch
 små kleine
 smärre kleinere
 sparsamt spärlich
 stubbe, -ar Stummel
 svag(t) schwach
 svart schwarz
 sved, -ja abgebrannte Fläche, abbrennen
 svedning Abbrennen
 svedjebestånd Bestand auf abgebranntem Boden
 täckande deckend
 tall(hed) Kiefer(nheide)
 tät dicht
 tillväxt Zuwachs
 torr(t) trocken
 torvdy starkt humifizierter Torf
 torvmark Torfboden
 tunn, -t dünn
 under unter
 unplantor Jungpflanzen
 upptorka(de) vertrocknet
 ur (berg, -skog) Ur(-gestein, -wald)
 uthuggen ausgehauen
 utmed vägkanter an Wegrainen entlang
 utpräglad, -t ausgeprägt
 väl(sluten) gut(geschlossen)
 vanlig häufig gewöhnlich
 växtlig gutwüchsig
 vittring(sjord) Verwitterung(sboden)
 yngre jünger(e)